

BOLETÍN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XXVI

TOMO VI

SEGUNDA SERIE

(1899)

MADRID

EST. TIP. DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

C. de San Francisco, 4

1902

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS *y* BOLETÍN *son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

Artículo 1.° Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.° Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

Artículo 4.° Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.° Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto de 28 de Marzo de 1873)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

D. Daniel de Cortázar. *(Director.)*
D. Joaquín Gonzalo y Tarín.
D. Marcial de Olavarría. *(Secretario.)*
D. Lucas Mallada.
D. Juan García del Castillo.
D. Rafael Sánchez Lozano.
D. Mariano Alvarez Aravaca.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS AGREGADOS Á LA COMISIÓN

D. Pedro Palacios.
D. Juan López Coca.
D. Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.° Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.° Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.° Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

PRÓLOGO

Vencidas las dificultades consiguientes al cambio de dirección y parte del personal de la Comisión del Mapa geológico de España, ha podido restablecerse la marcha de las publicaciones y dar á luz los dos tomos que anualmente han venido entregándose al público, uno de MEMORIAS y otro de BOLETÍN.

El primero de éstos lo constituye el tomo IV de la *Explicación del Mapa geológico de España*, referente á los sistemas permiano, triásico, liásico y jurásico, que se describen minuciosamente en sus contornos, posición geográfica, estratigrafía y paleontología, con el mismo cuidado é interés que en los tres tomos anteriores, fruto todo del mismo autor, el bien conocido y sabio geólogo, individuo de esta Comisión, D. Lucas Mallada.

El tomo VI de la segunda serie del BOLETÍN de la Comisión comprende los siguientes trabajos:

I. *Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez*, por D. Lucas Mallada. Es un estudio detallado de la zona hullera de la provincia de Córdoba, y el autor no sólo explica con toda claridad los caracteres geológicos del período carbonífero, sino también las formaciones que en el país lo limitan y los mantos cuaterna-

rios que lo cubren en gran parte de su ámbito. Se hace también examen detallado de las minas de la cuenca carbonífera, dividiéndolas en cuatro secciones que comprenden: la primera desde el extremo septentrional de la formación hasta Belmez, la segunda desde este pueblo hasta el arroyo Albardado, la tercera á partir del mismo arroyo hasta Espiel, y la cuarta desde Espiel hasta La Ballesta. Concluye el trabajo con diversos datos industriales del mayor interés minero.

Va acompañada la Memoria con un mapa geológico minero de la cuenca y una lámina de perfiles ó cortes geológicos.

II. Con el título de *Fósiles devonianos de Santa Lucía*, por M. D.-P. Oehlert, se ha incluido en el BOLETÍN un artículo traducido del de la *Sociedad Geológica de Francia*, tomo XXIV, 3.ª serie. Es un trabajo hecho acerca de la paleontología de la provincia de León con los datos que recogió en el país el Ingeniero Waliszewski, que estuvo al frente de las explotaciones carboníferas de una mina próxima á Pola de Gordón.

Según el Sr. Oehlert, la abundancia de los ejemplares recogidos en el devoniano de Santa Lucía, ha permitido que, aun después de los trabajos de Verneuil, D'Archiac, Barrois, Mallada, etc., se haya presentado excelente ocasión para investigar caracteres de orden genérico y específico referentes á ciertas especies de la fauna devoniana de España. Además de los grabados intercalados en el texto, el estudio en que nos ocupamos se completa con cinco láminas en fotograbado.

La traducción se debe al Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano.

III. Un artículo titulado *Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España*. Se refiere á diversas minas de los términos de Fuente del Arco y Guadalcanal, en las provincias de Badajoz y Sevilla, á otras de los términos de San Nicolás, Constantina y de Hornachuelos, en la zona que, desde el territorio de Sevilla, penetra en el de Córdoba, donde hay minas muy importantes en su sierra, como lo son también las del término de Feria, en la provincia de Badajoz; sierra del Madroño, en la provincia de Albacete; sierras de Alhamilla y Almagro, en la provincia de Almería; en las inmediaciones de Atienza, provincia de Guadalajara; en Begonte, provincia de Lugo; y en Berástegui, provincia de Guipúzcoa; minas todas de hierro de las que se estudian las condiciones geológicas y circunstancias industriales por el Ingeniero-Jefe de la Comisión del Mapa, Sr. D. Lucas Mallada.

IV. *Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres* se titula el trabajo del Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano que se inserta á continuación del anteriormente mencionado en el BOLETÍN, y que comprende el estudio estratigráfico, topográfico y geológico de diversos criaderos de hierro existentes á orillas del río Ibor, en la región montañosa bastante quebrada, conocida con el nombre de Sierra de Guadalupe, donde la altura culminante llamada Las Villuercas, alcanza la altitud de 1736 metros. Es un trabajo de verdadero interés industrial que acredita la competencia de su autor.

V. El hallazgo en el término de Cerezo, en la provincia de Segovia, de abundantes nódulos de fibrolita, ha permitido al Ingeniero Sr. Cortázar escribir una Nota demostrativa de que el yacimiento en cuestión, donde el mi-

neral de que se trata se presenta con abundancia entre las micacitas y el neis, puede haber sido punto productor para las herramientas de la edad de piedra conocidas con el nombre de *rayos*, y de las que no podía fácilmente explicarse la procedencia del mineral que las constituye, sino como importado de remotos países en épocas donde las comunicaciones eran casi imposibles en largas distancias. El yacimiento español, complementario en el tiempo, pero esencial y primordial, comparado con otros que se conocen en la vertiente meridional del Guadarrama, dando satisfacción al hecho, es de interés verdadero para la geología y la arqueología del centro de nuestra Península.

VI. El descubrimiento de minerales de cobre en la isla de Menorca y en la provincia de Granada en condiciones muy análogas, como que las menas se presentan entre rocas claramente sedimentarias, que encierran fósiles y abundantes venas de hornaguera, fenómeno idéntico al de otros criaderos de Alemania, Rusia y América Meridional, ha hecho que el Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano estudie el asunto con todo detalle y brillantez para demostrar que los criaderos españoles corresponden á formaciones de agua dulce del terreno triásico, encima de la zona á que los alemanes han dado con toda propiedad el nombre de *Rothe tode Liegendes*, es decir, capas rojas muertas, como que son las que no encierran mineral alguno, mientras que las que las siguen en la formación contienen ordinariamente interesantes criaderos cupríferos.

VII. *Un sondeo en Linares* es el título de un artículo original de D. Guillermo English, que pone de manifiesto

las circunstancias de una perforación hecha en la ciudad de Linares, por cuenta y orden de su autor, con objeto de iluminar aguas potables, tan necesarias en aquella zona, donde en cambio sobran casi por completo los quince ó veinte mil metros cúbicos de agua que diariamente se sacan de las minas. Circunstancias imprevistas y fortuitas han impedido que el sondeo alcance la profundidad que el Sr. English había estimado necesaria para el buen resultado de su proyecto, y si bien no se han conseguido aguas artesianas, se han obtenido ascendentes en cantidad de más de mil metros cúbicos de agua en veinticuatro horas, y se han adquirido datos que inducen á pensar no es empresa fantástica el obtener un verdadero pozo artesiano en Linares, con lo que mejorarían notablemente las condiciones higiénicas del pueblo.

VIII. También tiene el título de *Un sondeo en Valverde* (Ciudad Real) un artículo de D. Casimiro Coello, que minuciosamente describe los trabajos hechos en la citada aldea de la capital de la Mancha y á orillas del río Guadiana, investigando el subsuelo de la región, con la esperanza, desgraciadamente fallida, de encontrar una cuenca carbonífera semejante á la de Puertollano.

IX. Por fin el Ingeniero-Jefe D. Gabriel Puig y Larraz, con su reconocida competencia en el asunto, ha redactado las *Notas bibliográficas* con que termina el presente tomo del BOLETÍN.

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE LA

CUENCA CARBONÍFERA DE BELMEZ

Muchas fueron las personas que publicaron datos acerca de la cuenca carbonífera de Belmez; pero hasta la fecha no se hizo de ella un estudio general completo, tanto desde el punto de vista geológico cuanto del industrial. Ni seré yo quien pretenda ofrecer ahora una descripción exacta y escrupulosamente detallada, pues las mismas dificultades que mis predecesores encontraron para su conocimiento, me impidieron recoger todos los datos necesarios, á pesar de haberla recorrido en diversas épocas. Consisten tales dificultades en la suma irregularidad de las capas, que fueron extraordinariamente dislocadas, y que en más de sus nueve décimas partes están cubiertas por terrenos de acarreo. Y como sólo una pequeña fracción de la extensión total de la cuenca es explorada y trabajada por labores subterráneas, quedará mucho por descubrir y averiguar hasta que las explotaciones hayan adquirido mayor desarrollo que el que hoy tienen.

Para proceder con método, dividiré esta Memoria en las tres secciones siguientes:

1.° Caracteres geológicos generales del hullero y de las formaciones que lo limitan.

2.° Examen detallado de las minas.

3.° Datos industriales.

I

CARACTERES GEOLÓGICOS GENERALES DEL HULLERO Y DE LAS FORMACIONES QUE LO LIMITAN

Encajada entre terrenos más antiguos, la cuenca hullera de Belmez forma una fajita alineada, paralelamente al Guadiato, de NO. á SE., veinticinco veces más larga que ancha, pues en una longitud de 60 km. tiene una latitud media de 2400 m., siendo su superficie de 144 km. cuadrados.

Comienza al N. de Fuente Obejuna, por las vertientes orientales de la sierra de la Grana, y entre esa villa y Peñarroya se halla en su mayor parte cubierta por tierras pedregosas, sin que en grandes trayectos haga sospechar su existencia afloramiento alguno del sistema. Algo más se descubren las capas hulleras por los barrancos que median entre El Terrible y Belmez, así como entre esta villa y Espiel, cruzando intermedio el extremo oriental del de Villanueva del Rey; desde Espiel pasan por la Ballesta al de Villaharta, y entre esta población y la Alhondiguilla terminan más alejadas de la izquierda del Guadiato, hasta extinguirse en las inmediaciones del Vacar.

Formaciones antiguas que limitan la cuenca.

Todos los sistemas anteriores á la formación hullera, y atravesados, como ésta, por diversos asomos hipogénicos, limitan la cuenca por ambos lados, según se ve en el plano y en los cortes adjuntos; y sus caracteres topográficos y petrológicos se detallan á continuación:

Estrato-cristalino. — De la gran mancha estrato-cristalina que por parte de las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz se extiende á P. del Guadiato, aparece desprendida una faja muy inmediata al hullero por la sobreposición de otras del culm que por ese rumbo limitan el hullero medio, con algunas interrupciones de otras capas de edades intermedias.

Varias son las rocas que repetidas veces alternantes entran en la

composición de este sistema. Muéstranse en primer lugar las micacitas, de que se reconocen muchas variedades, pues ya las hay tan silíceas y duras que pasan á cuarcitas pizarreñas, y ya muy arcillosas, blandas y deleznables en sumo grado; abundan las blanquecinas-amarillentas y gris-verdosas de brillo metálico, y en ciertos parajes se presentan impregnadas de anfíbol, á veces con tanta cantidad, que pasan á ser unas anfibolitas micáceas.

La misma diversidad en las proporciones de sus elementos se observan en las anfibolitas, verdosas en unos sitios, negruzcas en otros, casi siempre muy duras y cristalinas, y con mucha frecuencia parecidos á pórfidos, en cuya pasta de colores obscuros se destacan cristalillos blancos feldespáticos. Las leptinitas abundan también á trechos, generalmente blanquecinas, con el aspecto del microgranito, y en ciertos puntos muy silíceas, amarillentas y pizarreñas. El gneis es muy escaso, y únicamente se encuentra en pequeños lechos intercalados entre las otras rocas del sistema.

La mayor parte de la sierra de los Santos está formada de rocas del estrato cristalino. En el cerro del Castaño, que es su remate occidental hacia Fuente Obejuna, predominan las leptinitas cuarzosas, blanquecinas, que tienen el aspecto de un pórfido cuarcífero, é inclinan 70° N.NE. En el puerto del Hoyo, á 50 m. al O. del pueblo, y al pie de Cerro Cabello, el sistema está representado casi exclusivamente por micacitas blancas y verdosas muy foliáceas, alternantes con pizarras silíceas micáferas inclinadas de 45 á 50° O.SO. Abundan en ellas los filones cuarzosos, y en las inmediaciones del Hoyo se tienden con varias ondulaciones, arqueadas en todos sentidos y casi horizontales en su conjunto. A 2 km. del Hoyo cesa el estrato-cristalino, limitado por el culm.

En capas repetidas veces desgarradas, y por largos espacios muy poco inclinadas, ó casi horizontales, el estrato cristalino pasa de Doña Rama al Entredicho; se extiende por los cuatro cerros redondeados de los Aguayos, y siguiendo desde éstos en dirección al Guadiato, á lo largo del arroyo Charquillo, se ve claramente la causa de su doble alternancia con el culm, según se indica en la figura 10, lám. 2.ª, Las capas se doblaron en el sentido que indican las líneas de trazos ajustadas á lo largo de un eje anticlinal *ab*, en virtud del cual las pizarras y grauvacas del culm se encuentran con doble anchura en la faja de P. que en la de L. Una falla *f* que cruza por los conglomerados, destaca el hullero medio propiamente carbonífero del inferior.

A 150 m. al E. de la Zahurda del Charquillo, comienza la faja oriental de micacitas, que son generalmente de brillo argentino y de superficies muy rizadas y onduladas, inclinando en su conjunto al SO.

Entre 100 y 400 m. oscila la anchura de la fajita estrato-cristalina intercalada en el culm, cuyos caracteres estratigráficos son algo diferentes de los de la mancha principal, pues en ésta los bancos se hallan casi horizontales en grandes extensiones, al paso que en aquélla se ofrecen con inclinaciones comprendidas entre los 45° y la vertical. Estas diferencias estratigráficas acusan que la fajita más estrecha se desgajó de la masa general de que formaba parte, aislándose entre el hullero inferior por un sistema de fallas que se indican en los cortes adjuntos.

Con un ancho de unos 500 m., la faja de micacitas blandas intercaladas en el culm de la derecha del Guadiato, cruza el Fresnedoso en el Chorrero á 2 km. de Belmez, y continúa á 150 m. al E. de la Zahurda del Charquillo, donde se hacen plateadas á trechos, muy rizados y ondulados sus estratos, que en conjunto buzan al SO., y se levantan casi verticales en la fuente del Corcho. Por este lado tienen 400 m. de anchura y terminan á otros 400 de la margen derecha del Guadiato, seguidos de otra faja del culm.

Anfibolitas verdosas, á veces con cristalillos blancos de feldespato, todas muy cristalinas, abundan en el Entredicho entre micacitas anfibólicas, otras cuarzosas duras y cuarcitas pizarreñas. Avanzan por un lado hasta 500 m. al SO. de la Zahurda del Charquillo, donde abundan principalmente las leptinitas blanquecinas y amarillentas pizarreñas, al propio tiempo que las micacitas blandas se extienden por las depresiones de Dos Hermanas y las hoyas llamadas las Eras de Almagro en las cercanías de Villanueva.

Entre Villanueva del Rey y el Guadiato la sucesión de los terrenos es la indicada en el corte figura 11 de la lámina 2.ª:

1—Estrato-cristalino.

2—Pizarrilla del culm que comprende un ancho de 2 km.

3—Fajas de calizas que se intercalan en las anteriores en cuatro filas de 3 á 6 m. de ancho cada una.

4—Micacitas blandas de la faja oriental del estrato-cristalino que se muestran á 2 km. NE. de Villanueva, en las achatadas lomas de Dos Hermanas, con un ancho de 180 m.

5—Cordón de conglomerados de cantos menudos, al que siguen las rocas hulleras 6 y 7, en gran parte cubiertas por los aluviones del Guadiato. Este cordón se prolonga más al S. por el cerro de la Urraca.

La fajita oriental del sistema continúa más al SE. por el pozo de las Pilas, situado á 2 km. de Villanueva, y la fuente del Ruidero, de donde sigue á las vertientes meridionales del cerro de la Urraca, en contacto de un islote porfídico. Se reduce su ancho á menos de 100 m. y se ofrece con los repentinos cambios de buzamiento que se observan en las márgenes del Fresnedoso.

Las trincheras del ferrocarril de Belmez á Córdoba cortan en el kilómetro 51 un asomito de micacitas alternantes y entrecruzadas repetidas veces con pórfidos feldespáticos terrizos, rodeándole por un lado el culm y por otro la caliza carbonífera.

Todavía hay otra manchita estrato-cristalina al pié del cerro del Cabello por las márgenes del arroyo Ronquillo, en contacto con un islotillo de diabasa y de los filadios cambrianos. Se compone de anfibolitas pizarreñas y de micacitas blandas, que aparecen con un ancho de 20 m. en poco más de 100 de longitud.

Por fin, entre la Alhondiguilla y el Vacar, el ferrocarril de Córdoba corta en el km. 55 otro islotillo de talquitas verdosas de caras arrugadas, prolongación de los del Ruidero y de los anteriores.

CAMBRIANO.—Por el lado opuesto que el sistema anterior, es decir, por el de L., asoma el cambriano en fajas y manchas irregulares al pie del siluriano, que en ciertos sitios le estrecha considerablemente y en otros le oculta del todo.

Por su carencia de rocas tan duras como las cuarcitas silurianas que le cercan, se confunden las cambrianas con las hulleras de la parte oriental de la cuenca, lo cual ha sido causa de que sobre terreno tan estéril se hayan registrado centenares de hectáreas agregadas á concesiones que se fijaron sobre el hullero propiamente tal.

Se compone casi exclusivamente de los filadios lustrosos gris azulados ó gris verdosos, en sitios muy cloríticos y blandos, tantas veces enumerados en las Memorias descriptivas de las provincias en que se encuentra. Los desarreglos estratigráficos de esta parte de la provincia fueron tales, que en ciertos trechos sus capas se hallan sobrepuestas al siluriano.

Como todas las demás formaciones paleozóicas que la acompañan, la cambriana se presenta en bancos muy desgarrados por el extremo NO. de la provicia. Si se sigue, por ejemplo, el camino de la Granjuela á Fuente Obejuna, se observará que á la salida de aquel pueblo las pizarrillas verdosas, muy inclinadas al E. 22° N., quedan interrumpidas por tres islotes diabásicos, entre los cuales se inter-

cala una fajita de cuarcitas, y al S. de éstas reaparecen aquéllas con buzamiento contrario.

Por las márgenes del arroyo de la Parrilla, el cambriano está en contacto directo con el hullero hasta el pié de los crestones de Peñarroya, en que se le anteponen las cuarcitas silurianas; pero un pliegue anticlinal que se marca á 600 m. al SE. del mismo Peñarroya, deja ver por bajo de esas rocas una fajita de pizarras lustrosas cambrianas que comienzan en la loma del Camello con 50 m. de latitud, y rápidamente se despliegan con más de un km. de anchura, como se observa al E. del *Terrible*. A un km. al E. de Pueblo Nuevo (lám. 2.ª, fig. 3.ª), siguiendo el camino de Hinojosa ó de Villanueva del Duque, terminan los conglomerados de la base del hullero, y con buzamiento opuesto, claramente discordantes, comienzan las pizarras cambrianas, dobladas dos ó tres veces por el Llano de los Tejares, pasado el cual se sobreponen casi verticales las rocas silurianas.

Continúa el cambriano por los deprimidos arranques de los arroyos Cortijeño y de los Arrieros, donde las capas se rizan con pequeñas inclinaciones, marcándose más fuertemente el pliegue anticlinal de las pizarras cloríticas y anfibólicas por los redondeados cerros de Los Mestos, entre el arroyo Hondo y el de la Pililla.

A 2 km. de Belmez, siguiendo el camino de Hinojosa, los conglomerados hulleros yacen discordantes sobre las pizarras cambrianas que en 500 m. de anchura, con casi otro tanto de potencia, buzan con fuerte inclinación al NE., comprendidas entre dos fallas: una que las destaca de dichos conglomerados, y otra que las separa del primer cordón de cuarcitas silurianas (véase corte fig. 6). Debajo de estas últimas vuelven á asomar 200 m. antes de llegar al Albardado; pero á poco más de otro tanto de la izquierda de este río, esto es, á unos 4 km. de Belmez, comienza la gran faja montuosa siluriana.

Entre el Pedregosillo y Cabeza Gorda no es posible ver el contacto del hullero y el cambriano, pues en más de un km. de largo por 500 m. de anchura, por la planicie suavemente inclinada que hay al pié, las tierras arcillosas con cantos gruesos de cuarcitas tapan enteramente los estratos.

Las pizarras cloríticas y filadios verdosos desgajados en grandes lastrones se descubren por las agrias márgenes del Cajilón en capas muy levantadas y dislocadas, con buzamiento occidental predominante, avanzando hasta los conglomerados que cruza el Albardado en

las minas *Iris* y *Buen Suceso*, hasta más de un km. al S. de Cabeza Gorda y de Pedregosillo, sumando un ancho de 800 m. Ocupa esta faja el collado de la Minga y gran parte de la dehesa de la Fuente Blanca, y siguiendo el camino de Belmez avanza hasta 2 km. al E. del pueblo.

Otras dos fajitas cambrianas se interponen entre el siluriano y el hullero, al pie meridional de la sierra de Navafría, cerca de la Ballesta, y según puede repararse á lo largo de los arroyos Majada Honda y de los Puerros. Bajo las cumbres de cuarcitas asoman las pizarras y los filadios cambrianos diversamente ondulados y con inclinaciones que oscilan entre 15 y 65° NE., avanzando hasta corta distancia al E. de la carretera de Espiel, donde se sobreponen discordantes los conglomerados de la base.

Asociados á las anfibolitas y micacitas del barranco Ronquillo, asoman los filadios cambrianos en una manchita de unos 50 m. de ancho.

Siluriano.—Con los rasgos topográficos más salientes de la comarca y unido al cambriano, limita la cuenca por el lado de L. y sobresale entre pizarras con varios cordones de cuarcita dentellados y peñascosos que forman las cumbres de las sierras más agrias, como es regla general en toda Sierra Morena. La más septentrional es la de la Grana, y marchando desde ésta hacia el SE. se destaca la formación en centenares de montes y cerros, tales como el Mulva, Peña García y Peña Terrada, las Piedras Coloradas de Peñarroya, Mata Hermosa, Caganchas, Moyano, Pilón de la Juliana, Murrios de Miraflores, la Javalina, etc.

Por los diversos pliegues y fallas de todos los estratos, este sistema aparece subdividido en varias fajas interpuestas entre la caliza carbonífera y el cambriano por el tercio septentrional de la cuenca.

Entre Fuente Obejuna y La Granjuela (fig. 1.ª de la lám. 2.ª), la primera faja se reduce á unos pocos bancos de cuarcita resquebrajada y brechoide intercalados entre calizas con 10 m. de anchura; la segunda faja, con poco mayor ancho, se levanta en el sitio llamado La Gastana, á mitad de camino de ambas poblaciones; pero más á P. aumenta mucho su extensión, porque sus estratos se abren á modo de abanico; la tercera faja es mucho mayor, pues tiene unos 300 metros de anchura; se compone de cuarcitas inclinadas al SO. con algunos lechos alternantes de pizarras, y se destaca en ambos lados del cambriano por dos islotes de diabasa.

Esta tercera faja, que en largos trechos limita la cuenca por su

lado oriental, tiene en los cerros de Mulva tan impregnadas de hierro sus cuarcitas, que en zonas de 50 m. de anchura pasan á hematites manganesífera, á veces aislada en costras de mucha ley en metal; pero generalmente demasiado pobres para ser objeto de una explotación importante. Se registraron en ellas las minas *Capricho* 1.ª y *Capricho* 2.ª, y allí inclinan 85° E., 15 N., desarreglo estratigráfico que se marca en el terreno con un recodo ó saliente de los estratos hacia el arroyo de la Parrilla, donde se les anteponen las pizarras cambrianas hasta el pié de los crestones de Peñarroya. En este pueblo, las cuarcitas, resquebrajadas en todos sentidos, buzan de 30 á 45° SO., avanzando hasta la poza de la Hontanilla y el cerro del Camello, por donde hacen un cabo saliente entre el cambriano, directamente sobrepuesto á los conglomerados hulleros en el llano de los Tejares. Pasado este último, los bancos silurianos, rechazados más al E. por las multiplicadas dislocaciones de todos los terrenos, se levantan casi verticales por la sierra del Espartal, en la cual alternan repetidas veces las pizarras y las cuarcitas del sistema. Muéstrase éste también en los cerros Gordo, Navapandero, Antolín y El Frontón, entre los cuales sucesivamente comienzan paralelos los arroyos de los Arrieros, Hondo y de la Pililla; y más al SE., por las redondeadas lomas de Los Mestos, sobre las pizarras cambrianas yacen muy dislocadas, otras moradas, con las cuarcitas y las pizarras silíceo ferruginosas, reducida su anchura á unos 80 m.

Señales bien perceptibles de las grandes dislocaciones estratigráficas de todos los terrenos que rodean esta cuenca son las dos fajitas siluriana y devoniana que por su parte occidental se destacan entre el hullero medio y el inferior. La fajita siluriana, compuesta esencialmente de bancos de cuarcita inclinados 70° S., 10° O., se destaca en un cordón saliente de 40 á 50 m. de ancho por lo alto de la sierra Boyera á 2 km. al O. de Belmez, y á trechos interrumpido reaparece más al SE. por las márgenes del arroyo Ruidero, cerca de su unión con el Guadiato, entre Villanueva del Rey y Espiel, en medio del hullero y en contacto con un islote de pórfido.

La faja principal siluriana se destaca por los altos cerros de Moyano, Miraflores y los Murrios, avanzando al pié de éstos hacia el punto de partida de la mina *Carmen*, donde las cuarcitas tabulares, compactas y brechoides, inclinan 42° SO; y sobresalen en los cerros de La Serrana, Los Maderos, El Molino y Peña Crispina, que limitan la pintoresca hoya del Higuerón.

Por el extremo meridional de la cuenca se ven todavía otras manchitas silurianas incluidas en el hullero; y entre ellas, una asociada al estrato-cristalino y al cambriano por un costado, y á la caliza carbonífera por otro, en el barranco Ronquillo.

Devoniano.—No lejos de la cuenca, á mitad de camino de Peñarroya y de Belmez á Hinojosa y á Villanueva del Duque, cruza una faja devoniana que, procedente de la inmediata provincia de Badajoz, penetra hasta el término de Obejo en la de Córdoba, encajada entre el siluriano y el cambriano, y compuesta de pizarrilla arcillosa, de caliza muy fosilífera y de arenisca rojiza y amarillenta. Bancos de esta última, interpuestos entre las cuarcitas silurianas y las calizas carboníferas, asoman con un ancho de 12 á 15 m. por la parte alta de la vertiente occidental de la sierra Boyera de Belmez á unos 1500 m. de la villa. Apenas llega á un km. la longitud de la fajita que allí asoma, y cuya roca es una arenisca de grano muy fino, que contiene cierta proporción de carbonato de cal, y se ven en ella, además de muchos artejos de crinoides, moldes de la *Rhynchonella Orbignyi*, Vern., *Spirifer disjunctus*, Sow; *S. speciosus*, Schl.; *S. hystericus*, Schl., y otros braquiópodos, que tanto abundan en las manchitas del sistema de las inmediatas provincias de Badajoz y Ciudad Real.

Hipogénico.—Diferentes manchas, diques é isloles de rocas hipogénicas cruzan esta cuenca, así como las formaciones paleozóicas que la limitan, y todas ellas pueden referirse á dos especies distintas: el pórfido cuarcífero y la diabasa. Las manchas del primero se relacionan ó dependen de las grandes masas hipogénicas que asoman entre el estrato-cristalino por los términos de Fuente Obejuna, Argallón, Cañada del Gamo, El Hoyo, Doña Rama, Villanueva del Rey y Villaviciosa. Las del segundo son más escasas, y las más de las veces presentan la roca en un estado muy avanzado de descomposición, deshecha superficialmente en tierras arcilloso-ferruginosas que por su color rojo obscuro se distingue desde largas distancias.

Las principales manchas diabásicas, sobre todo las que tienen caracteres de las ofitas de la serie secundaria, y que aparecen con entera independencia de las rocas esencialmente feldespáticas, se hallan al N. de la cuenca. Una de las mayores asoma en el cambriano entre la vía de Almorchón, cerca de la Granjuela, mide más de 2 km. de largo, se prolonga hasta 2 km. al S. del segundo pueblo, siguiendo el camino de Fuente Obejuna, y en ella la roca es fino-granuda,

gris verdosa por unos sitios, negro-verdosa en otros. Muy próxima á esta mancha, seguramente unida con ella en profundidad, hay otra de igual composición y próximamente de igual tamaño, entre 3 y 5 km. al S. de la Granjuela, á la que sigue otra más pequeña en el paraje nombrado las Cortezuelas, en gran parte oculta por mantos de acarreo.

Otros dos islotes hipogénicos importantes se muestran entre Fuente Obejuna y Peñarroya por los cerros de los Castillejos y Masatrigo, que sobresalen entre el hullero y el cuaternario con riscosas y puntiagudas crestas. Es allí la roca un pórfido cuarcífero de colores claros, cenicientos y amarillos con manchas moradas, que tiene su feldespato muy descompuesto, y á primera vista pudiera confundirse con algunas variedades de traquita. Al S. de estos islotes hay dos más pequeños en los Riscos del Lóbrego, estratiformes en lechos blanquecinos y róseos, muy tendidos al S.SE., uno de 30 m. de grueso y el otro de 6, entre las areniscas y pudingas hulleras.

Al NE. de Masatrigo, por la parte alta del arroyo de la Parrilla, hay otro asomo de pórfido no lejos de la via férrea de Almorchón y entre los filadios cambrianos.

Siguiendo las márgenes del Fresnedoso, desde los cerros de los Aguayos hasta el Guadiato, se encuentran diferentes islotes hipogénicos de escasas dimensiones por ambos lados de la cañada de los Contrabandistas. Más al S., entre 4 y 5 km. de Belmez á la izquierda del Fresnedoso, frente al molino, sobresale en grandes peñones otra manchita de pórfido anfibólico (lám. 2.ª, fig. 6.ª), á trechos blanquecino, á trechos gris verdoso, al cual se debe el que estén sumamente endurecidas por substancias feldespáticas y cuarzosas las rocas del culm que se ven más abajo sobre la cascada llamada el Chorrero, cerca del camino viejo de Fuente Obejuna á Córdoba. Todavia más abajo hay otro islote de porfirita compacta, verde-negruzca, muy dura, que tiene 10 m. de ancho.

A la derecha del Guadiato asoma entre el hullero de una parte y el siluriano por otra, un islotillo de pórfido feldespático descompuesto de color ladrillo, parecido á una arenisca ferruginosa, que mide 20 m. de espesor, cerca de la desembocadura del Ruidero; y siguiendo las orillas de este arroyo en dirección á Villanueva del Rey, al pié de las vertientes meridionales de la Urraca, se ve otro parecido en contacto de las pizarras cloríticas, con las cuales avanza hasta el pozo de las Pilas.

Relacionados con los anteriores, y de composición idéntica, hay diversos islotillos porfídicos por la parte media de la cuenca en las minas *Pensamiento, Los Arboles* y *La Posada*, del término de Espiel. Uno de los más salientes, no lejos de la vía y del Guadiato en la primera mina citada, es el que forma el cerro del Ladrillo, donde la roca es rojo parduzca, se halla tan descompuesta y es de grano tan áspero, que parece una arenisca y contiene multitud de costras manganesíferas de lustre craso. Otros islotillos y diques idénticos aparecen en la mina *Los Arboles*, junto al camino de Belmez á Espiel.

En el extremo meridional de la cuenca no abundan tanto como en el septentrional las manchas hipogénicas; pero no dejan de hallarse algunas. Al pié de la sierra de Espiel, tocando la vía de Belmez á Córdoba en el km. 52, afloran varios diques de pórfido feldespático descompuesto entre el islote de micacitas mencionado; y por fin, existen otros pequeños en el cortijo de la Torre, en el extremo oriental de Nava Obejo y á corta distancia al E. de la Alhondiguilla.

Mantos cuaternarios.

Se dijo anteriormente que más de las cuatro quintas partes del hullero están ocultas bajo extensos mantos de acarreo, compuestos de tierras rojas pedregosas, de aglomerados de cantos desiguales y de conglomerados. Las extensas planicies que hay entre Fuente Obejuna y Peñarroya al S. de los cerros de Mulva, de Masatrigo y los Castillejos, son esencialmente cuaternarias; y fuera de los tajos de los riachuelos y arroyos que afluyen á la izquierda del Guadiato, no se podría encontrar el carbonífero sin atravesar el suelo con labores subterráneas. Los diferentes sondeos que se practicaron en el coto *Porvenir de la Industria*, comenzaron por cortar los mantos de desiguales espesores de tales tierras pedregosas.

Grandes fueron sin duda las corrientes de denudación que ocurrieron por esta parte de Sierra Morena, situada en los límites de las cuencas hidrográficas del Guadiana y del Guadalquivir por los confines de Córdoba y Badajoz, pues más al N. de la cuenca, entre Peñarroya y la Granjuela, al pie de los crestones de cuarcitas y de calizas, se extiende también otra planicie cuaternaria á modo de un enorme circo de más de 5 km. de diámetro. Prolongación suya son los llanos de las Cortezuelas, que entre 4 y 6 km. al S. de la

Granjuela, por ambos lados del camino de Fuente Obejuna, ocultan en largos trechos las líneas de contacto de las diversas formaciones antiguas que por allí asoman repetidas veces alternantes y sumamente desgarradas.

Las trincheras del ferrocarril de Córdoba ponen de manifiesto en varios sitios el espesor y la composición de las masas diluviales, que ocupan gran espacio desde la sierra Palacios al Guadiato, por la vega de los Peñones, entre el río y los km. 64 y 65 del ferrocarril, y por el llano del Pimpollo, desde la Vega del Fresno hasta cerca del Albardado. Entre este río y el tortuoso arroyo del Puntal, otro gran manto de tierras rojas y cantos sueltos de cuarcita ocultan los estratos hulleros de las minas *Perdiz* 1.ª y *Perdiz* 2.ª, *San Carlos Borromeo* y otras inmediatas, y se prolonga más al S. entre el arroyo del Cacho, ó de la Jabalina, hasta el km. 62 de la vía férrea. Las trincheras del 61 cortan tres series de mantos pedregosos: el inferior, de piedras angulosas de gran volumen; el intermedio, de guijo mezclado con cantos de diversos tamaños, y el superior, de guijo menudo con arena gruesa.

Los aluviones del Guadiato quedan casi todos al P. del hullero medio; y entre los que ocultan las capas de éste, en una superficie de alguna importancia, merece mención el de la Vega del Tranche sobre la margen derecha del Albardado, al O. de la mina *Conejo* 2.ª, y tiene un km. de largo, con anchuras comprendidas entre 200 y 600 m.

Caracteres geológicos generales del carbonífero.

Los rasgos característicos más salientes de esta cuenca son los que á continuación se expresan:

1.° Se reconocen tres elementos distintos, á saber: la caliza carbonífera intercalada en varios cordones salientes, ó desgajada por fallas entre el hullero; el culm ó hullero inferior, desprovisto de carbón, que se extiende en una faja de pizarras y grauvacas pizarreñas por los límites occidentales, y el hullero propiamente tal.

2.° No hay en España, tal vez ni en Europa, cuenca comparable á ésta, por el enorme desarrollo de sus conglomerados ó pudingas, pues abundan en la base y se intercalan á diversos niveles con las pizarras arcillosas y las areniscas que acompañan al carbón.

3.° Tampoco hay cuenca en España donde abunde tanto el hierro carbonatado litoideo, que por su color rojo-parduzco da ciertos matices abigarrados á las pizarras grises, amarillentas y carbonosas, entre las cuales también se intercala en lechos de pocos centímetros de espesor.

4.° Tanto el carbón como las rocas del sistema que le acompañan tienen gruesos sumamente desiguales, que varían con extraordinaria iregularidad.

5.° Los espesores del carbón pasan de 40 m. en algunos sitios, se reducen en otros á pocos centímetros, y de aquí resulta que se encierra el combustible á modo de lentejones ó bolsadas de muy variables dimensiones y de contornos excesivamente irregulares.

6.° Más de una docena de islotes de pórfidos anfibólicos de colores rojo-parduzco y amarillento desgarran la cuenca entre Fuente Obejuna y la Ballesta. Por su descomposición muy avanzada tienen el aspecto de areniscas, con las cuales se han confundido generalmente; pero es indudable que su aparición coincidió con las grandes dislocaciones é irregularidades en los estratos, así como en las variaciones de composición y de los caracteres exteriores de los carbones.

7.° Varían las calidades de las hullas hasta el punto que existen desde las más antracitosas, sin más que el 9 por 100 de materias volátiles (*Porvenir de la Industria*), á las secas con el 13 (*Segunda Parrilla*), las semi-grasas con el 18 al 20 (*La Terrible*), las grasas de mucho gas (*Santa Elisa*) y las grasas sin grisú (*Santa Ana*).

8.° En su conjunto, las capas de carbón y las rocas en que encajan se alinean con muy variable inclinación de NO. á SE., con buzamiento al SO.; pero á causa de diversos dobleces en todos sentidos, se notan en trechos, relativamente cortos, buzamientos al NE., al E.NE. y al N.NE, siendo rara la concesión donde no existan inflexiones á modo de cubetas ó fondos de barco.

La mancha carbonífera de Belmez es de las más completas de España, pues consta de tres elementos muy distintos: la caliza, el culm y el hullero propiamente dicho. Este último y la caliza se destacan desde lejos al primer golpe de vista, por el contraste que hacen sus caracteres litológicos y el aspecto del terreno. El culm ó hullero inferior, desprovisto de carbón, queda casi todo á P. de los otros dos, y se confundió constantemente con edades más antiguas, principalmente con el cambriano.

Culm ó hullero inferior.—Se marca la presencia del culm por las márgenes del Guadiato, desde el arroyo de San Pedro al pie de Fuente Obejuna, hasta las inmediaciones del Castillo y estación del Vacar, formando una banda de 1 á 2 km. de anchura, generalmente segmentada á lo largo en dos fajitas por otra muy estrecha de micacitas del estrato cristalino: la más ancha por el lado de P., y la otra más inmediata á las grandes masas de caliza y al hullero medio. Se compone este tramo de la alternancia, cientos de veces repetida, de grauvacas ó samitas pizarreñas muy micáferas y de pizarras arcillosas de matices azulados y verdosos, muy parecidas á las del cambriano, en cuyo sistema ha sido indebidamente incluido el culm de esta provincia. Mas confrontando estas rocas, que con frecuencia encierran restos de pequeños vegetales, con las del culm de Huelva, se observa una identidad casi absoluta. Nada tiene de extraño, si realmente son de esta edad, que su determinación haya quedado largo tiempo indefinida ó mal apreciada, pues por un lado la carencia completa de carbón apartaba de esta faja las miradas de cuantos ingenieros examinaron la cuenca desde el punto de vista industrial; y por otro lado, los trastornos estratigráficos de todas las formaciones de esta parte de la provincia de Córdoba dificultaron fijar su verdadera posición en el orden cronológico.

Entre dichas pizarras y grauvacas se intercalan lechos, generalmente muy delgados, de calizas más ó menos fosilíferas, los cuales, á causa de sus multiplicados pliegues, asoman al exterior en mayor número que los que realmente se cuentan. Esas calizas acusan cierta paralización de la acción mecánica con que se formaron los sedimentos; pero no la interrupción completa de esta acción, pues constantemente encierran granillos de cuarzo y trocitos de pizarra, los cuales denotan la persistencia de los arrastres hacia un mar constantemente agitado, donde pocas veces se verificó tranquila y suavemente la sedimentación química.

Desde muy cerca de las orillas del Zújar se muestra la faja del culm al O. de los Blázquez, por el vallejo nombrado Los Llanos, donde la cruzan numerosos islotes de diabasas, ya terrosas, ya sumamente duras, con el color verde-negruzco característico; de allí pasa al término de Fuente Obejuna, y entre 2 y 3 km. al N. de este pueblo, desde el arroyo de San Pedro hasta las Caleras, encaja ampliamente desarrollada entre el estrato-cristalino y la caliza carbonífera. Muéstrase primero con las grauvacas ó samitas, verdosas y

micáferas duras, divisibles en hojas gruesas y con algunos restos vegetales, y predominan después las pizarrillas arcillosas en lechos rizados y ondulados.

A partir de dicho arroyo, limita constantemente por el O. la formación hullera propiamente dicha, cruza al S. del coto *Porvenir de la Industria*, por donde radican los criaderos plomizos de *La Pava* y *Los Eneros*, encauzándose el Guadiato entre ella al pie de la sierra de los Santos, hasta cerca de su unión con el arroyo de la Montera. Más abajo de éste, por el paraje nombrado el Cañal y sobre la izquierda del río, los lechos de pizarrilla arcillosa y otros intercalados de 2 á 30 cm. de grueso de caliza arcillosa se retuercen en todos sentidos con infinitos plieguecillos, predominando el buzamiento al NE. opuesto al más frecuente del sistema.

Junto al mismo río se apoya el hullero inferior sobre la caliza de la sierra Boyera de Belmez, y se desarrolla con notable anchura entre esa villa y Doña Rama, intercalándose delgados lechos de caliza pizarreña y varios diques de diabasa gris y de espilitas.

Siguiendo el camino del Hoyo á Peñarroya, á los 2 km. de aquél cesa el estrato-cristalino y entra el culm, que continúa hasta más allá del Guadiato otros 2 km. Sobre la izquierda del río, frente á la desembocadura del arroyo del Hoyo, sobresalen los peñones de caliza.

Predomina en el culm la pizarrilla arcillosa; pero entre ésta se intercalan espaciadas de 50 á 60 m. de grauvacas muy micáferas y duras que sobresalen en el terreno, según se observa en el camino del Hoyo á Peñarroya, en el de Belmez á Doña Rama, etc., por donde se rizaron los estratos. En los arroyos de la Celadilla y de la Higuera se descubre igual disposición del culm, abundando más en el segundo las areniscas micáferas, tránsito á grauvacas blandas, inclinadas 80 á 85° SO.

A 3 km. SO. de Belmez, en el punto de partida de la *Inglesita*, y en 150 m. de anchura, entre la cayuela del culm 4 á 5 cordones de caliza resquebrajosa, algo silícea, veteada, de fractura prismática, en capas onduladas, si bien en su conjunto inclinan al SO.; y así continúan á lo largo del arroyo de la Zarzuela.

La misma doble repetición del culm y del estrato-cristalino se observa siguiendo las márgenes del Fresnedoso desde la reunión con el arroyo de la Pizarra, en el sitio nombrado Toma Florida, hasta su desembocadura en el Guadiato, según se indica en la figura 6 de la lámina 2.ª:

1—Estrato-cristalino.
2—Islote de pórfido anfibólico.
3—Pizarras astillosas del culm, alternando con grauvacas metamorfoseadas y algunos lechos de caliza.
4—Islote de porfirita compacta.
5—Continuación de las pizarras y grauvacas del culm.
6—Banco de 5 m. de grueso de una pudinga compuesta de guijo cuarzoso muy menudo.
7—Faja también del culm de 100 m. de anchura, formada de pizarrillas y cayuelas gris-verdosas con seis intercalaciones de otra pizarra tabular salpicada de puntos espáticos y en capas de 0m,10 á 5 m. de grueso.
8—Faja de micacitas arcillosas intercaladas en el culm, que mide 500 m. de anchura.
9—Capas del hullero medio con la intercalación (11) de caliza y de un grueso banco de conglomerados (10) que sobresale en la margen izquierda del Fresnedoso.
10—Caliza carbonífera.
11—Hullero medio apoyado sobre el conglomerado de la base.
12—Cambriano.
13—Siluriano.

Las capas del culm, como las del estrato-cristalino en él comprendido, y las del hullero medio, inclinan 70° SO. con perfecta regularidad por toda esta parte, prolongándose por la derecha de dicho río en la cañada del Corcho y á lo largo del camino del Ronquillo.

Con anchos comprendidos entre 1 y 2 km., la faja principal del culm cruza próxima á la derecha del Guadiato, junto al islotillo de caliza de la Casa Blanca, al S. del camino de Espiel á Villanueva del Rey, y avanza hasta 200 m. al NE. de esta última población. Más al S. se extiende ampliamente por el puerto Gregorio, donde se retuerce con varios pliegues anticlinales, asociada á grandes bancos de caliza fosilífera que contiene granillos de cuarzo y trocitos de pizarra mezclados con profusión de artejos de crinoides. La caliza reaparece en el cortijo del Vado de los Ánades; y entre éste y la estación de Espiel son sumamente sinuosos los límites de los dos tramos del sistema, cuyas líneas de contacto se enlazan con multitud de entrantes y salientes. Un cabo saliente del culm se descubre en el km. 55, donde las pizarrillas se levantan y retuercen entre conglomerados y calizas con cantos menudos de cuarzo. Siguiendo la misma vía férrea, entre ese km. y el 53, se observan entre el hullero medio otras dos lengüetas de 250 á 300 m. de anchura, en las cua-

les rematan las capas procedentes de los cerros Butrero y de las Cornudas, diversamente inclinadas al S. en la desembocadura del arroyo del Valle.

Pasada la estación de Espiel, tocan en el km. 51 los asomos de micacitas y pórfidos anteriormente citados; y sus lechos se desgarran y tuercen en todos sentidos junto á la caliza de la sierra del Castillo, predominando el buzamiento al SO. En el cruce del ferrocarril de Córdoba y del camino de Obejo á Villaviciosa, las mismas pizarras y samitas micáferas gris-verdosas, en fajas cien veces alternantes, se abren casi verticales con caídas rápidas al SO. y al NE., cubiertas á este lado por las pudingas del hullero medio. Desde el km. 48 de la misma vía hasta la estación de la Alhondiguilla, queda comprendido el culm entre el ferrocarril y el Guadiato, avanzando por el E. en una buena parte de las concesiones *Amelia* y *New Castle,* donde las capas ofrecen diversas inclinaciones al O.SO.

Siguiendo el camino de Villaviciosa desde la estación de la Alhondiguilla, la faja del culm mide 1600 m. entre el Guadiato y la vía férrea, que corta bien regladas las capas en los km. 48 y 49; y más á Levante el culm se va alejando del Guadiato, continúa por la canal de Gamonosa y se prolonga por el ensanchado vallejo que señala el arroyo del castillo de Vacar. Por toda esta depresión se extienden las pizarras de fractura arcillosa y las grauvacas pizarreñas con fósiles vegetales, que avanzan hasta los cerros del Álamo, dobladas en varios pliegues, predominando el buzamiento al SO.

Entre la estación de la Alhondiguilla y la del Vacar, la línea férrea sigue cerca del límite del culm, cuyas pizarras arcillosas de colores claros inclinan de 60 á 75° SO. en los km. 44 y 43. Desde el 41 al 33 queda más á P. la línea de contacto de ambas formaciones hulleras, y desde el 33 hasta el Vacar se cambia en sentido contrario el buzamiento de dichas rocas.

Caliza carbonífera.—No asoma la caliza carbonífera en una serie continua desde el comienzo al final de la cuenca, sino en islotes y serrijones que imprimen al valle del Guadiato cierto aspecto pintoresco muy distinto del resto de Sierra Morena. Conforme se indica en los cortes adjuntos, no se cruza normalmente la cuenca sin que varíe de mil modos la disposición de todas las capas, lo cual no sólo consiste en los múltiples trastornos estratigráficos de todos los sistemas, sino también en la forma de cuñas ó lentejones de las calizas carboníferas que allí se encuentran enclavadas en varias filas para-

lelas, y que afloran con tan irregulares contornos como si fuesen masas hipogénicas.

Por sus caracteres estratigráficos y paleontológicos se comprende que la caliza carbonífera de esta cuenca no corresponde precisamente á la edad más inferior del sistema, ó sea á la que, para la región cantábrica, denominó Barrois *de los cañones*, ó *de las hoces*, y que tan enorme desarrollo tiene en las provincias de Oviedo, León, Palencia y Santander. La caliza de la cuenca de Belmez se formó en tres períodos diferentes y con muy diversa intensidad. El primero, en que la sedimentación química del carbonato de cal estaba acompañada y fué repetidas veces interrumpida por la sedimentación mecánica de las pizarras y grauvacas del culm; el segundo, en que dicha sedimentación química fué más copiosa y tranquila, principalmente en la mitad meridional de la cuenca que topográficamente es la más baja; el tercero, en que volvieron á ser predominantes los arrastres mecánicos, al propio tiempo que se depositaron los lechos de combustible. Claramente se perciben las señales de estos tres tiempos en la formación de la caliza de la cuenca si se repara en las diferencias de sus caracteres petrológicos. Las calizas del primero y del tercer tiempo, contienen en mayores ó menores proporciones granillos de cuarzo y trocitos de pizarra mezclados con los crinoides y otros restos orgánicos de la época, y se presentan en bancos aislados de pequeños espesores; mientras que las calizas del segundo tiempo son mucho más puras, de grano más fino, y asoman en los islotes y serrijones que más sobresalen por el costado occidental de la cuenca hullera propiamente tal, en la Parrilla, en la sierra Boyera, en el cerro del castillo de Belmez, en la sierra Palacios, en la del castillo de Espiel, en Nava Obejo y en Navacaballo.

Generalmente la caliza es de color gris claro, algo azulado, compacta, de fractura astillosa y concoidea, muy tenaz, en ciertos sitios un poco silícea ó con nódulos silíceos, según se observa en las sierras Palacios y Boyera, en el castillo de Belmez y en el de Espiel.

Como es muy frecuente en las calizas de diversas edades, en varios puntos está fisurada y acribillada de oquedades, muchas de las cuales alcanzan grandes dimensiones; y una de sus más interesantes circunstancias, es que las grietas y cavernas que la disgregan y ahuecan están rellenas de arcilla roja, en la cual se encontraron con abundancia cantidades no despreciables de fosforita testácea y concrecionada, que se explotó en su mayor parte entre los años 1870 al 77.

Esta fosforita se halla constituída por zonas alternantes translúcidas y opacas, de brillo resinoso, blanquecinas y salpicadas por dendritas de manganeso. Al microscopio las zonas transparentes se ven perfectamente isótropas, y las opacas no lo son más que en parte, presentando todo el mineral microsferas concrecionadas que, colocadas entre los nícoles cruzados, parecen á granos de fécula, indicando estos caracteres que aquél se halla formado de fosfato de cal y sílice hidratada coloide.

Con esta fosforita se asocia una marga pétrea fosfatada, que en contacto con la caliza semeja á una termántida, pero que poco á poco pierde su dureza y pasa á una brecha que empasta huesos de aves, mandíbulas y dientes de roedores y otros restos animales de época reciente. Admitiendo un origen hidrotermal á la fosforita, el señor Calderón supone (1) que las aguas geyserianas que transformaron las calizas, también transformaron las margas huesosas más modernas que atravesaron.

La ley de estas fosforitas llegó al 77 por 100, y de los criaderos explotados no quedan más señales que las grandes cavernas que se abrieron para su beneficio, aunque se observen indicios de que continúan á mayores profundidades.

Una estrecha faja de cuarcitas secciona en otras dos la caliza carbonífera entre Fuente Obejuna y la Granjuela por el extremo septentrional de la cuenca. La faja más meridional (fig. 1.ª, de la lám. 2.ª) se oculta en su mayor parte bajo extensos mantos de acarreo; en algunos de sus bancos abundan los crinoides, los coralarios y varias especies de *Productus*; en otros se encierran multitud de granillos cuarzosos, y á causa de hallarse unos y otros muy tendidos, se extienden en un ancho de más de 2 km. Entre las tierras pedregosas de acarreo, asoma disgregada en islotes pequeños la segunda faja alineada al S. 30° E.

Ocultas las calizas bajo extensos mantos diluviales, reaparecen más al SE. Las de la faja meridional, en las orillas del Lóbrego, donde están inmediatas á un islote porfídico y se reducen á 35 m. de anchura; las de la septentrional, en las de la Parrilla, donde se extienden con 150 m. de latitud y unos 500 de largo por las minas *Perro* y *2.ª Terrible*.

Reducida á poco más de un metro de ancho reaparece la caliza en

(1) *Bull. Soc. Geol. France*, 3.ª serie, tomo VII, pág. 12.

la Calera de Peñarroya, cerca del empalme del ferrocarril de Fuente del Arco; venſe pequeños afloramientos en los confines de las minas *Santa Elisa;* y en otro cordón paralelo situado más á P. cerca de la derecha del Guadiato, se alza otro mogote de caliza arcillosa fosilífera de 10 m. de ancho, que se prolonga hacia el arroyo Montera en contacto de las pizarras del culm, por entre las cuales cruza el río en esa parte.

Más al S. la caliza carbonífera se desarrolla con mayor amplitud por la sierra Boyera, en contacto con las fajitas siluriana y devoniana anteriormente citadas. Sobre la arenisca devoniana yace una caliza compacta alternante con gonfolitas de guijo menudo, brechas calizo-cuarzosas y otras con concreciones finas silíceo-arcillosas, formando en junto una banda de 20 m. de anchura, que puede mirarse como la base del carbonífero y representación del culm. Sobre ella se apoyan las calizas compactas, dobladas con buzamientos opuestos y ensanchadas hasta 500 m. por la parte occidental de la sierra, observándose entre sus bancos muchos crinoides, el *Productus punctatus,* Mart. sp.; el *P. giganteus,* Mart. sp., y otros restos orgánicos. Por uno de tantos desarreglos estratigráficos que hay en esta cuenca se ajustan contra estas calizas las pizarrillas del culm, que se retuercen al N. 15° O. en la bajada al Guadiato, por frente de la vega del Có.

Tocando á la villa de Belmez por su extremo septentrional, y formando en el centro de la cuenca como un vistoso y campanudo mojón, se alza el cerro del Castillo, que mide en su base un diámetro de 840 m., distinguiéndose por su figura cónica desde larga distancia. Es como un islote de caliza enclavado en el hullero medio; mas en profundidad sus bancos deben unirse con los de la sierra Boyera, de la cual es su prolongación al SE.

Al NO. de la sierra Palacios pueden observarse las relaciones de la caliza carbonífera y del hullero propiamente tal en las mismas orillas del Guadiato, frente á la máquina de agua de la Vega. A la derecha de ese río, las capas se tuercen en todos sentidos, apoyándose sobre dicha caliza la siguiente serie de tránsito: 1.° Brecha de cantos gruesos cuarzosos y calizas con granillos de diversos tamaños y composición. 2.° Arenisca califera con restos vegetales y animales. 3.° Pudingas de cantos menudos y guijarrillos entre dos fajitas onduladas en todos sentidos de arcillas pizarreñas. La inclinación media de las capas es de 70° O.SO., y la brecha continúa con 3 m. de espesor bajo los aluviones de la Vega del Toro. Esas calizas brechoi-

des y fosilíferas continúan por las márgenes del arroyo Fresnedoso, á cuya desembocadura en el Guadiato se prolongan los conglomerados que hay al pie de la sierra Boyera.

A 4 km. más al S. de Belmez se levanta en el centro de la cuenca la sierra Palacios, formada de tres picos desiguales con anchos comprendidos entre 200 y 500 m. en cerca de 2 km. de longitud; y continuando todavía más al SE. á lo largo del valle, se disminuyen mucho los tamaños de los diferentes islotes que entre el hullero medio se encuentran, pues por regla general se reducen á delgados lechos intercalados entre las areniscas, pizarras y conglomerados que acompañan al carbón. Entre los islotes más salientes merece citarse el que se marca con altos peñones, de 50 m. de largo por 30 de ancho, sobre la izquierda del arroyo de la Zorrera, á P. de la mina *Piedras Calizas*, entre el camino alto y el bajo de Espiel. Enclavada como el anterior en el hullero medio, hay otro islote alargado de caliza veteada fosilífera en la mina *Protectora*, á mitad de distancia del cortijo de Pedro Vera y de la vía férrea. En sitios mide hasta 100 m. de anchura; sus bancos inclinan solamente 20° SO., y se prolongan del arroyo del Puntal al de la Zorrera. En el extenso llano cuaternario de la Vega de los Peñones, cerca del poste kilométrico 64 de la vía, con un ancho de 50 m. y una longitud de unos 300, se alzan tres mogotes de caliza muy compacta, veteada, llena de crinoides, alternante con otra arcillosa, amarillenta y fosilífera, cuyos bancos reaparecen ondulados en el km. 65.

Sea porque realmente allí se depositaran con mayor amplitud y profundidad, ó sea porque los efectos de la denudación fuesen mayores y las pusieran más al descubierto, aparecen las manchas de caliza mucho más desarrolladas en extensión y potencia en los términos de Espiel, la Ballesta y la Alhondiguilla. Con relieve orográfico más acentuado, y alcanzando mayores alturas que las manchas anteriores, á 2 km. al S. de Espiel se eleva la sierra de Nava Obejo, que en una longitud de 5 km. mide la anchura media de 1500 m. La vía férrea y el Guadiato la circuyen por el O.; en su extremo septentrional remata en el cerro del castillo de Espiel, sobresale por el SE. en el de Navacaballo, y se enlaza por el S. con otro islote importante de caliza, el del cerro Cabello, inmediato á la estación de la Alhondiguilla. Estas sierras separan la depresión de la Ballesta del valle del Guadiato; y con crestas peñascosas se alinean en varias fajas, las más orientales, intercaladas en el hullero medio hacia el centro de

la cuenca, y las occidentales en contacto del culm. La primera faja asoma en el arroyo Calerizo, á 300 m. al S. de la charca de la mina *Luz*, con un ancho de 200 m., en bancos inclinados al SO., unos de caliza arcillosa, otros casi pura, sobresaliendo en el achatado y alto cerro de Los Otriles al NE. de la sierra de Espiel, de la que está separado por la cañada de Mansegoso. En su mitad superior, esta cañada cruza la prolongación oriental de dicha faja caliza, que desde Los Otriles se enlaza con las salientes masas de Nava Obejo, por el intermedio de la loma de las Peludas.

Las capas superiores de la sierra de Espiel contienen gran cantidad de crinoides y coralarios; y en las inferiores abundan los braquiópodos, entre los cuales he creído reconocer los siguientes:

**Rhynchonella pleurodon*, Phill.
**Sperifer lineatus*, Mart. sp.
**Spirifer bisulcatus*, Sow.
Spirifer pinguis, Sow.
**Productus semireticulatus*, Mart. sp.
**Productus punctatus*, Mart. sp.
Productus striatus, Fisch.
Productus fimbriatus, Sow.
**Productus giganteus*, Mart. sp.

Entre los crinoides abundan sobre todo los artejos del **Poteriocrinus crassus*, Miller, asociado á placas y radiolas sueltas de un *Archæocidaris*, parecido al *A. Munsterianus*, Kon., y á la *Fenestella retiformis*, Schlot., cuyos restos se hallan tanto en la sierra de la Estrella como junto al Castillo.

De las diversas especies de coralarios de la caliza de esta mancha y de otras inmediatas, la más común parece ser el *Lithostrotion Martini*, Edw. et Haime, encontrándose además:

Zaphrentis cylindrica, Scoul sp.
Zaphrentis Bowerbanki, Edw. et H.
**Amplexus coralloides?* Edw. et H.
Cythophyllum Murchisoni, Edw. et H.

Las siete especies señaladas con un * se encuentran en el hullero inferior (tramo de Lena en Asturias ó de Visé en Bélgica), denotando

el conjunto de su fauna lo que ya se dijo anteriormente: que la caliza de esta cuenca tiene más relaciones cronológicas con el culm que con la división más inferior del sistema.

Al S. de Navacaballo se interrumpe la continuación de la caliza de montaña, que reaparece en dos filas de mogotes, una cerca de la vía férrea, entre Alhondiguilla y el Vacar; otra que asoma en varios puntos del término de Villaharta, y que se enlaza por Pedriquejo con las afloramientos de San Francisco del Monte, Villafranca de Córdoba y Adamuz.

Aparte de esas dos filas hay otros islotillos anejos de los que forman el cordón principal paralelo al eje de la cuenca; y uno asoma entre micacitas muy silíceas á 200 m. al O. del Guadiato, á corta distancia de la Casa Blanca, siguiendo el camino de la estación de Espiel á Villanueva del Rey.

Por regla general, los bancos de caliza de estos islotes inclinan fuertemente al SO., volcados sobre las pizarras y samitas hulleras, aparte de gran número de trastornos locales que en estas últimas y en las capas de combustible se señalan, relacionados con los isleos porfídicos repetidas veces citados.

Por el lado opuesto de la misma sierra se destaca de cerro Cabello y Piedras Blancas un cordón de la misma caliza, que mide entre 15 y 50 m. de anchura, encajado con los estratos invertidos entre el hullero y las cuarcitas silurianas, hasta que se restablece su posición en las inmediaciones de Villaharta, asomando lentejones aislados en las cercanías de los baños nuevos de Doña Elisa. A 2 km. á P. de éstos, en la Era del Rayo y la Nava del Molero, abundan los corolarios entre bancos que encierran el *Productus giganteus*, Mart. sp.

En la faja carbonífera que se prolonga desde la Alhondiguilla á la estación del Vacar, se ven enclavados entre pizarras varios islotes de caliza, á modo de lentejones, que no es fácil sospechar si estarán unidos en profundidad, ó son restos desgajados de una zona en otro tiempo continua. En el km. 43 de la vía férrea se intercalan lechos de 30 á 90 cm. de caliza obscura con vetas blancas, granillos de arena y trocitos de crinoides; á 200 m. al E. del 39 aflora otro lentejón de caliza azulada, cuyos bancos buzan al SO., y en el 34 cruza el ferrocarril otra faja de calizas con crinoides, corales y vetas ferruginosas pardo-amarillentas.

Hullero medio.—Este tramo se compone principalmente de conglomerados, pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas, samitas de gra-

no grueso alternantes con pudingas, intercalándose además de las capas de carbón otras de caliza, de arcilla pizarreña, gredas plásticas azuladas, lechos y bolsadas de hematites parda y de siderosa.

Aparte de sus complicadas dislocaciones estratigráficas que se detallarán más adelante, en su conjunto los bancos de estas rocas inclinan constantemente al SO., es decir, hacia el Guadiato, quedando sobre la izquierda de este río la mayor parte de la formación.

Entre los conglomerados hay que distinguir principalmente los de la báse, que se extienden con muy variables espesores y anchuras por los límites orientales de la cuenca, separados por una falla general de los filadios cambrianos y de las cuarcitas silurianas. No todos los conglomerados de la base son de idéntica composición, pues los hay brechoides de cantos angulosos, otros de cantos medianos y pequeños de cimento rojizo, otros de cantos también desiguales y cimento gris, predominando en todos el elemento cuarzoso, que es casi exclusivo. Las cuarcitas silurianas contribuyeron en primer término á la formación de estos conglomerados, en los cuales también abundan los trozos de cuarzo blanco lechoso de los filones que cruzan las pizarras cambrianas. Estas y los elementos feldespáticos del estrato-cristalino son más escasos.

En las areniscas, generalmente bastas ó de grano grueso, hay que distinguir las que son cuarzosas de colores parduzcos y amarillentos, de cimento arcilloso, y las feldespáticas en las cuales se mezclan los granos de cuarzo con otros blancos de ortosa descompuesto, y que son menos frecuentes. Las primeras merecen el nombre de samitas, pues abundan en ellas las hojuelas de mica que las hacen pizarreñas; las segundas son más propiamente unas arcosas.

Las pizarras arcillosas son en parte carbonosas, de color agrisado obscuro, en parte ferruginosas pardo-amarillentas. En unas y otras abundan los vegetales fósiles, que también suelen verse en las areniscas y hasta en los conglomerados. Entre las especies recogidas se han clasificado las siguientes: *Calamites Suckowi*, *C. approximatus*, *C. undulatus*, *C. Cistii*, *C. cannæformis*, *Calamocladus foliosus*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Sphenopteris artemisiæfolia*, *S. tridactylites*, *Neuropteris cordata*, *N. gigantea*, *N. flexuosa*, *N. heterophylla*, *N. Cistii*, *N. Scheuchzeri*, *N. auriculata*, *Pecopteris pennæformis*, *P. Meriani*, *P. Plukeneti*, *P. hemiteloides*, *P. Miltoni*, *Alethopteris Serlii*, *Dictyopteris Brongniarti*, *Ptychopteris monodiscus*, *Lepidodendron dichotomum*, *L. rimosum*, *L. obovatum*, *Sigillaria tessellata*, *S.*

elegans, S. lævigata, S. captocœnia, S. scutellata, S. mammillaris, S. rhomboidea, S. Brongniarti, Cordaites borasifolius, Stigmaria ficoides, Cardiocarpus emarginatus, Rabdocarpus indet., la mayor parte de las cuales corresponden al hullero medio y al comienzo del superior.

En la parte media de la formación no son raras las gredas ó arcillas algo abigarradas, entre las cuales se intercalan lentejones ó capas irregulares de hierro carbonatado litoideo, con espesores variables que rara vez pasan de un metro.

Con desiguales intervalos de actividad y de reposo, continuó en el hullero medio la formación de la caliza que se intercala entre las otras rocas á diversos niveles, llevando impreso en ella el carácter predominante del origen mecánico de las demás rocas de la cuenca, pues mezclados con los crinoides y otros restos fósiles que contiene, abundan, como ya se dijo, los granos de cuarzo y los trocitos de pizarra.

Este tramo varía notablemente en anchura, que es de 3 km. entre Fuente Obejuna y Peñarroya, de algo más de 2 entre Pueblo Nuevo del Terrible y Belmez, se estrecha en la sierra Palacios, pasada la cual vuelve á tomar notable latitud frente á Villanueva del Rey, para estrechar nuevamente entre Espiel y la sierra de su nombre. Más á L., en las vertientes orientales de Nava-Obejo, vuelve á ensanchar hasta tener más de un km. poco antes de llegar á la Ballesta, desde cuyo paraje estrecha nuevamente, y pierde su importancia industrial al S. de Villaharta.

La importancia grande que tiene esta cuenca por sus capas de carbón, obliga á entrar en detalles acerca de sus minas, tanto de las que hoy se hallan en explotación, cuanto de las muchas que siguen inactivas.

II

EXAMEN DETALLADO DE LAS MINAS DE LA CUENCA

Considerada detalladamente, en su *Note sur la géologie du bassin houllier de Belmez* (1), distinguió Parrán en esta cuenca las siguientes divisiones de abajo para arriba: 1.ª, conglomerados de la base; 2.ª, subtramo del *Terrible;* 3.ª, subtramo de Cabeza de Vaca; 4.ª, subtramo del Guadiato y de la Ballesta; y en conjunto, según él, las cuatro divisiones se manifiestan y cubren sucesivamente de N. á S. con buzamiento meridional.

Más común es contar en la cuenca los dos grupos de capas de carbón del muro (las del *Terrible)*, que son las situadas más á L., y las del techo, que son las más próximas al Guadiato, y corresponden á los otros dos subtramos.

Tratándose de una cuenca tan alargada como ésta, para hacer un examen detallado de sus minas, juzgo más práctico dividirla en las cuatro secciones siguientes, que describiré por orden geográfico, de NO. á SE:

1.ª Desde el extremo septentrional hasta Belmez.
2.ª Entre Belmez y el arroyo Albardado.
3.ª Desde el Albardado hasta Espiel.
4.ª Entre Espiel y La Ballesta.

Primera sección.—En el extremo septentrional de la cuenca, entre Fuente Obejuna y la Granjuela, por las vertientes orientales de la sierra de la Grana, las capas hulleras, así como las de otras formaciones con que se intercalan, asoman muy desgarradas en todos sentidos, en relación con el gran número de masas hipogénicas que por allí se encuentran, según se representa en la figura 1.ª de la lámina 2.ª

A 4 $^1/_2$ km. de la Granjuela, en el paraje nombrado Las Cortezuelas, entre mantos diluviales que impiden ver sus confines con terrenos más antiguos, afloran las pudingas de guijo menudo y las areniscas bastas muy arcillosas, con helechos fósiles y una capa de

(1) *Bull. Soc. géol, de France,* 2.ª serie, t. XXVIII.

carbón que se cortó casualmente con un pozo abierto para buscar agua.

A 300 m. más al S. están dos labores de la antigua *San Eusebio*, en el sitio llamado La Gastana, y donde abundan los troncos de *Calamites* en arenicas gris-azuladas, alternantes con otras ferruginosas rojizas y duras.

Inmediatos á las labores de *San Eusebio* se hallan los restos de otro pozo de la *Margarita* (a. *Josefa*), que cortó pizarras carbonosas, areniscas bastas y finas y la pudinga de guijo menudo. En las areniscas de grano más fino abundan los *Calamites*, *Cordaites* y varias especies de *Neuropteris* y otros fósiles.

A 800 m. al N. del calerín de Fuente Obejuna, á orillas del Lóbrego, en la misma *Margarita*, las capas de esas rocas se tienden hasta los 35° al S.SE.; pero en el mismo arroyo se retuercen hasta tomar la alineación más frecuente, inclinando 60° E.NE., y siguen de este modo hasta los confines de esa mina con la *Nueva Esperanza*, levantándose casi verticales por el extremo de P. del *Porvenir de la Industria*.

El *Porvenir de la Industria* es la principal concesión de esta zona septentrional de la cuenca, situada entre Peñarroya y Fuente Obejuna, en su mayor parte oculta bajo mantos pedregosos de acarreo. La más septentrional de las siete capas reconocidas en esta sección mide hasta 3 m. de espesor, y á 300 m. más al SO. se halla la principal, dividida en dos velas que suman 5 m. de carbón, y abarcan una intercalación de pizarras y areniscas que en sitios las separan hasta 15. Inclinan 32° SO., y entre las otras cinco que siguen más al S., entre 300 y 400 m. de la principal, se encuentra la que debe ser prolongación de la *Terrible*. El carbón es seco, hojoso, brillante y duro, rinde 40 por 100 de cribado y 30 á 35 de galleta, y arde con llama corta. La mayor sequedad de estas hullas depende del metamorfismo producido por las masas porfídicas de los cerros inmediatos de Masatrigo y los Castillejos.

Al SO. de las casas del *Porvenir de la Industria* se doblan nuevamente los estratos inclinando 65° 0,25 N.; pero en contacto con los pórfidos de los Riscos del Lóbrego, se extienden con 40° de buzamiento al SO.

Sobre la derecha del arroyo de la Parrilla radica, entre otras, la mina *El Perro*, donde se ven las señales de un pocito abierto en 1843 y de un socavón de 20 m. En la pequeña planicie nombrada

Vega de los Cuernos, por la parte N. de la concesión, lindando con la *Castellana*, se abrieron otros dos pozos que descubrieron una capa de 3 m. de carbón, parcialmente convertida en cok natural por la acción metamórfica de un islote porfídico inmediato, relacionado con los situados más al O. en Masatrigo. Estas concesiones son de interés, pues á ellas se prolongan las de *San Rafael* y la *Segunda Terrible*, de que se trata á continuación.

Sobre la orilla izquierda del arroyo de la Parrilla, en la mina *Ondina*, las areniscas tabulares de grano grueso muy arcillosas, asociadas á conglomerados de guijo menudo, se tienden súbitamente con menos de 45° de inclinación por la intrusión de bancos irregulares sobrepuestos á otras areniscas más levantadas infrayacentes. Ni esa concesión ni las que siguen al S. parecen de mucho interés; pero en la *Ballena*, cerca del mencionado arroyo, se abrieron hace tiempo tres pozos, los cuales cortaron una capa gruesa que se abandonó por ser su carbón demasiado seco.

Notable desarrollo tienen los conglomerados del techo cerca de la unión del arroyo de la Parrilla y el Guadiato. A 300 m. al NE. de este río tienen 150 de espesor, marcándose en ellos un anticlinal; y siguiendo dicho arroyo aguas arriba, se observa que sus bancos aumentan de inclinación desde los 12° á los 60°, intercalándose algunas arcillas carbonosas, y terminando á 250 m. más abajo del puente de la carretera de Fuente Obejuna. Sobre ellos se apoyan las areniscas verdosas y otras pudingas, que á su vez dan asiento á las pizarras con capas de carbón, una de las cuales asoma á 50 m. NE. de dicho puente, y otra á mitad de distancia del mismo y del ferrocarril de Fuente del Arco.

Según se representa en la figura 4 de la lámina 2.ª, el hullero medio se apoya sobre la faja de caliza que hay en la presa de la Parrilla, más al E. de la cual aparecen infrayacentes, tal vez separados por una falla, los bancos hulleros que encierran los grandes afloramientos del carbón de la *Segunda Terrible*. Pasados éstos, en contacto con las pudingas de guijo menudo, de las areniscas y pizarras del sistema, asoman los filadios cambrianos que envuelven el islotillo de pórfido ya citado.

Entre el arroyo de la Parrilla y Belmez radican las principales minas de la cuenca; y á juzgar por las labores efectuadas hasta la fecha, también la mayor riqueza y los mejores carbones. Predominan entre sus rocas las pizarras, y como las areniscas son blandas

también, fuera de las depresiones de los barrancos, queda el hullero casi por todas partes cubierto bajo un manto detrítico de 3 á 4 m. de espesor. En esta sección se desarrolla principalmente el segundo subtramo que estableció Parrán, ó sea del *Terrible*, con una potencia media de 500 m.

En las minas *San Rafael* y *Segunda Terrible* se han reconocido varias capas: la situada más al NE., de carbón muy sucio ó emborrascado, aunque en ciertos sitios mide más de 6 m. de espesor, se cierra mucho á los 50 de profundidad. La número 2, cuya prolongación septentrional se extiende á lo largo de *El Perro*, se ramifica por el lado opuesto, y cerca del dicho arroyo se reconoció con espesores que llegan á 23 m. en algunos sitios, no bajando de un millón de toneladas la fracción reconocida en la *Segunda Terrible*, en cuyo segundo piso, en 360 m. de longitud, se sostiene con fuertes inclinaciones hasta los 55 de profundidad, encajada entre pizarras, hallándose á 35 m. más al N. la faja de caliza de la Parrilla. Su carbón es antracitoso y produce algo de gas. La dirección de estas capas es 0,10 N.; pero por encima de la charca de la Parrilla se revuelven más al N.

El nivel geológico superior de la cuenca, ó sea el que designó Parrán con el nombre de *subtramo del Guadiato y de la Ballesta*, comienza desde cerca de la confluencia del arroyo de la Parrilla y dicho río, donde tan desarrolladas están las pudingas, sigue por el borde occidental hasta las inmediaciones de Villaharta, y está separado del resto de la formación por la fila de las principales manchas de caliza anteriormente descritas.

A 100 m. al S. de Peñarroya, en el comienzo del arroyo de la Hontanilla, los conglomerados rojos de la base yacen con 50 m. de espesor y menos de 10° de inclinación S.SO. Sobre ellos se tienden igualmente los conglomerados grises de cantos más pequeños, alternando las arcillas más arriba, las areniscas y la primera capa de carbón del muro que en la mina *Chimbo* se presentó muy emborrascada. A 30 m. de ella hay otro afloramiento carbonoso de $0^{m},70$, y á otros 70 m. se halla la tercera, que cruza el límite de dicha mina y *La Calera*.

Entre 1 y 2 km. al S.SO. de Peñarroya, sobre la derecha del mismo arroyo Hontanilla, existen las huellas de varios pozos abiertos entre areniscas y arcillas, inclinadas 55° S. 17° O. á causa de un desarreglo estratigráfico muy acentuado en las minas *Perseverancia*, *Chimbo* y *Bella Carlota*. En esta última, por la margen opuesta del arroyo, se

abrieron dos pozos en 1850, que después de atravesar un metro de aluviones pedregosos, penetraron en una capa de carbón de 2 á 3 m. de espesor. Más al S., en la demasía comprendida entre dicha mina y *La Calera*, cerca de la vía de Almorchón, las pizarras arcillo-carbonosas grises y amarillentas se tienden onduladas, casi horizontales, en más de 200 m. de anchura.

En *La Calera* se encuentran cuatro capas. La más meridional sólo ha mostrado 60 cm. de espesor en los sitios donde superficialmente se reconoció, á 300 m. al E. de un cordón de caliza á que debe su nombre esta mina. A 9 m. más al N. de ella existe la capa núm. 2, que es la principal, bastante regular en su alineación, de carbón antracitoso con borrasco entre pizarra negra. En algunos sitios alcanza hasta 5^{m},50 de espesor; pero á partir del pozo núm. 2, en el límite S. de la concesión, se notan tres estrecheces principales: una á los 10 m., la segunda á los 42, y por fin la tercera á los 87, reduciéndose á la guía en todos los pisos. Más al E. vuelve á engruesar antes de llegar á su colindante la *Bella Carlota*. A 100 m. más al NE. de la núm. 2 asoma la núm. 3, que sólo se exploló unos 60 m. también, con 5 m. de carbón limpio y 1^{m},50 de borrasco, y en el extremo NE. de la concesión penetra la núm. 4, que debe ser la principal de la *Terrible*.

Durante más de medio siglo la mina *Terrible* ha figurado á la cabeza de la producción de hulla de la cuenca, como si en ella se hubieran depositado las principales masas de combustible. Se cuentan en esta concesión diferentes capas que se doblan en multiplicadas ondulaciones, si bien su inclinación media es de 60° SO. A la profundidad de 13 m. la capa principal se ofreció horizontal en una longitud de 40 con lentejones, cuyos gruesos varian entre 10 y 80 m., lo que permitió en un principio preparar la explotación á cielo abierto, dejando los grandes hoyos que existen al pié del Pueblo Nuevo. Paralela á ella, á distancias comprendidas entre 3 y 10 m., hay otra de 1^{m},50 á 2 m. de grueso que desaparece por su extremo NO., y se explota al propio tiempo que la grande por medio de recortes espaciados 50 m. A 200 m. más al SO. yace la capa de *San Juan*, que en la mina *Santa Rosa* se siguió por una galería, á partir de un pozo de 30 m. situado entre el arroyo Hontanilla y la fundición de Peñarroya. Aunque la capa era gruesa, su carbón está muy emborrascado entre las cayuelas negruzcas inclinadas de 70 á 80° S.SO. Aparte de los diversos pliegues de todas las

capas que se observan en esta mina) se encuentran algunas roturas ó fallas, como la que se indica en *f* (fig. 1.ª) Por la parte occidental de la concesión asoman, casi verticales y á modo de dique, algunos bancos de caliza, *c*, que por su mayor resistencia, contribuyeron á hacer mayores tales dislocaciones estratigráficas.

A P. de la *Terrible* la Sociedad Manchega, Bética, Vizcaína posee las tres concesiones *Hernán Cortés*, *Mazzepa* y *Mazzepa segunda*. Estas dos últimas, cruzadas por el Guadiato, son de secundario interés, pues en su extremo meridional las penetra el hullero inferior ó culm. Radican en el llano de las Corridas, intermedio entre la Parrilla y la Hontanilla, por una planicie en suave declive, donde las tierras pedregosas de acarreo ocultan casi enteramente el hullero, aflorando en cortos trechos unos bancos de areniscas duras, junto á

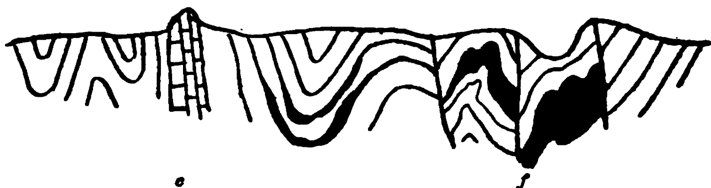


Fig. 1.—Corte á través de las capas de la *Terrible*.

las cuales se investigaron muy superficialmente hace tiempo unos lechos carbonosos.

Cruzada la *Hernán Cortés* de SE. á NO. por el ferrocarril de Belmez á Almorchón, y de N. á S. por el arroyo de la Hontanilla, en las márgenes de éste las capas se doblan repetidas veces en todos sentidos, según se indica en la figura 5 de la lámina 2. Los pozos que se abrieron hace más de treinta años para investigar su riqueza, fueron insuficientes para apreciar su valor efectivo; pero con algún fundamento se la debe considerar como una concesión importante, pues las dos capas de su inmediata *La Calera*, reconocidas también en la *Bella Carlota* con 2 á 3 m. de espesor, se prolongan á la *Hernán Cortés*, y atendiendo también á la proximidad de las dos minas más importantes de la cuenca, la *Terrible* y *Santa Elisa*, es lógico suponer en aquélla una ó varias de esas grandes bolsadas de combustible. Uno de los pozos de la *Hernán Cortés*, situado á 100 m. á P. de los hornos de cok de Peñarroya, alcanzó 75 m. de profundidad, fué con-

venientemente mamposteado, y subsiste en perfecto estado de conservación.

En los confines de esta mina y de la *Rosa*, sobre la caliza de la *Calera*, yacen las areniscas y pizarras con menos de 25° de inclinación, y así continúan hasta tocar la otra faja de calizas que se alza sobre la izquierda del Guadiato.

Al SO. de la *Terrible*, entre el arroyo de la Hontanilla y el del Lobo, se encuentran las minas *Laura*, *Esperanza*, *Vindicación* y *San Mateo*, cruzadas diagonalmente por el arroyo de la Montera é insuficientemente exploradas. En los límites de la última y de la *Justa*, no lejos del Guadiato, las pizarras y areniscas tabulares se rizan sua-

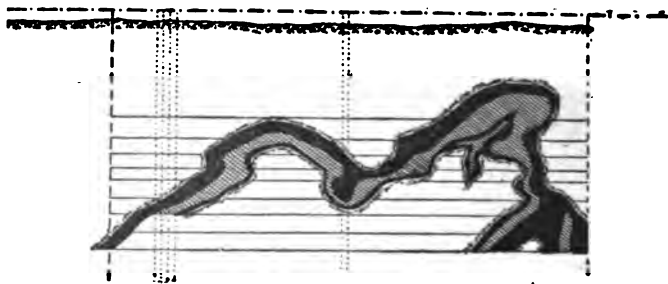


Fig. 2.—Corte á través de la capa principal de *Santa Elisa*.

vemente onduladas y se arquean sinuosas en el sentido de la dirección, desarreglo estratigráfico que se corresponde con el que hay á 500 m. antes de la unión del arroyo Montera con el del Lobo, en la concesión *Los Ingleses*, donde se observa un fuerte pliegue anticlinal que dobla dichas rocas y los conglomerados sobrepuestos con fuertes inclinaciones al NO. y al SE. A 25 m. antes de la junta de dichos arroyos, se levanta el islote de caliza arcillosa, prolongación del anteriormente citado.

Aparte de la *Terrible*, el grupo de minas *Santa Elisa, Ana, Pequeña* y *San Marcelino* es el más rico de la cuenca, en opinión del Sr. Brard [1], quien supuso en él una riqueza de seis millones de toneladas, admitiendo que se llegue en profundidad hasta 500 m. En este grupo se distinguen tres zonas: la septentrional con tres capas explo-

(1) *Rev. Min.*, serie *C*, tomo VI, pág. 317.

tables, la meridional con cuatro que suman un espesor de 5 m., y la central, donde se vienen explotando hace cuarenta años las grandes masas ó bolsadas de la *Terrible* y *Santa Elisa*. En esta última la capa principal se contornea, repliega, bifurca y ramifica con tan irregulares ensanches y estrecheces, que nadie podría formarse idea aproximada de su forma sin tener á la vista numerosos cortes transversales y longitudinales trazados á diversos niveles. Partes hay en que fué tan violentamente estrujada y desgarrada, que parecen capas distintas, y en cambio, por otros sitios se dobla sobre sí misma, como si fuese un solo banco de hulla con intercalaciones pizarreñas, mostrando al propio tiempo las extraordinarias desigualdades con que en su formación se acumuló la materia carbonosa en fondos de relieve su-

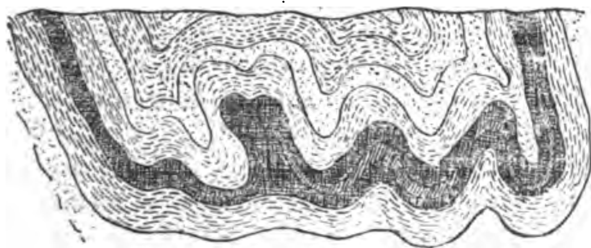


Fig. 3.—Corte de la capa principal de *Santa Elisa* y *San Miguel*.

mamente irregular, según se representa en la figura 2. Sin las labores subterráneas no hubiera sido fácil comprender que las dos ramas que afloran muy inclinadas en *San Miguel* y *Santa Elisa*, están unidas en una sola capa ondulada á cierta profundidad, conforme se indica en la figura 3.

Las principales ramas contorneadas á modo de cubetas, se designan por letras. La *A* se ramifica tres veces con espesores que varían de 8 á 20 m.; la *B* es una bolsada de 20 m. de ancho y 50 de largo, adelgazada á 4 m. en su unión con la *A* y reducida á cero en su enlace con la *C;* ésta es uniforme de 10 á 12 m. de grueso en el piso 11, aumentando hasta 20 en el 16; la *F* es otra rama casi vertical que concluye á 200 m. del límite con la *Terrible*. Varían algún tanto los caracteres de los carbones de cada una de estas ramas: los de la *C* y *F* dan mucho gas, son muy duros y no pasan de 5 por 100 de cenizas; los de la *A* no dan gas, son grasos, con 25 por 100 de ma-

terias volátiles y 8 á 10 de cenizas. La capa de *Santa Ana*, situada más al NE., se divide también en tres secciones irregulares y sus carbones son más blandos, pues producen hasta 50 por 100 de menudo.

Al O. de la *Santa Elisa*, siguiendo el arroyo del Lobo, se cruzan las concesiones *San Juan* y *Rafaela*. En la primera abrieron los ingleses en 1848 un pozo de 50 m., que cortó las ramas occidentales de la capa principal de *Santa Elisa* y la que tomó el nombre de la concesión.

Junto al punto de partida de la *Rafaela*, y á 40 m. á P. del pozo *San Juan*, se extiende un banco de caliza gris clara veteada, que debe suponerse del hullero medio, pues se intercala entre pizarras y areniscas, sin que se noten discordancias estratigráficas.

Cuatro pocillos abiertos cerca del punto de partida de la *Loba*, en el arroyo de su nombre, no cortaron capa de carbón de suficiente interés.

Entre la *Santa Elisa* y Belmez radica el importante grupo de las minas tituladas *Muchachas*, *Muchachas* 2.ª, *Herrero*, *Herrero* 2.°, *Gitano*, *Gitano* 2.°, *Pala* y *Pala* 2.ª Pero, como advirtió el señor Oriol [1], la carencia de labores en los 4 km. que separan dichos dos puntos, hacen extraordinariamente difícil calcular la profundidad y situación de las capas del grupo de la *Terrible* en su prolongación meridional. Sin embargo, supone que la profundidad máxima á que pueden encontrarse las capas es de 289 m. en el *Gitano*, á los 100 del límite de *Santa Elisa*, á los 525 en la divisoria de *El Gitano* y *La Pala*, y á 789 en el extremo S. de esta última mina. «En vista de las ondulaciones de las capas, agrega, á medida que nos aproximemos al límite NE. de las concesiones, la profundidad será naturalmente menor. Por esto puede decirse, en términos generales, que las minas las *Muchachas* 2.ª, las *Muchachas*, *Herrero*, *Herrero* 2.°, presentan más facilidades para las labores de investigación en las capas hoy conocidas que las otras cuatro del grupo, en las cuales es fácil cortar capas desconocidas en la *Santa Elisa*, superiores á la reconocida en ésta y la *Terrible*.»

En la transversal de 645 m. que une el pozo *Camondo* de *Santa Elisa* con el plano inclinado de la *Ana*, se cortaron á la profundidad de 132 m. tres *borrascos*, que es posible sean explotables en aquellas minas.

(1) *Revista Minera*, serie *C*, tomo VI, pág. 317.

Aumentando el espesor de los estratos hulleros por cima de la capa de *Santa Elisa,* á medida que se penetra en el *Herrero* y los *Gitanos* aumentan las probabilidades de encontrar nuevas capas de hulla entre dichos estratos; y en resumen, se puede afirmar que la capa muy gruesa que se explota en la *Terrible* y *Santa Elisa,* es la misma que se laborea en *San Miguel* y *Ana,* y que se extiende por debajo de las minas de que hablamos. La rama explotada en *San Miguel* y *Ana,* se podrá explotar fácilmente en las *Muchachas, Herrero* y *Herrero 2.º*, mientras que la rama que podemos llamar central del *Terrible* y *Santa Elisa* se podrá trabajar en el *Gitano,* el *Gitano 2.º*, la *Pala* y la *Pala 2.ª*, sin más dificultad que el aumento de costo en las instalaciones por la mayor profundidad que alcanzarán las labores que en ella sé establezcan.

No es posible resolver por falta de datos si el grupo de capas que se explotan en las minas *Santa Isabel* y *Cabeza de Vaca* llega á penetrar también en las concesiones las *Palas*, los *Gitanos* y los *Herreros*, grupo evidentemente más moderno.

Entrando en algunos otros detalles relativos á este importante grupo, agregaré los datos siguientes: En las *Muchachas*, cerca de su confín con el *Herrero,* á 45 m. del camino de Belmez, en 1887 y 88 se abrió un pozo de 29 m. que cortó una capa de carbón de 5 de espesor, sobre la que se siguió una galería hacia el N., y probablemente es la misma que con igual grueso se encontró en 1850 por otro pozo de la antigua *Garibaldina*, hoy el *Herrero.* A otra capa situada más al S. deben corresponder los grandes núcleos de carbón encontrados en el *Gitano* por varias labores abiertas á mitad de distancia próximamente de las dos vías férreas de Almorchón y de *Santa Elisa.* Un pozo de 14 m. con dos galerías en cruz, practicadas en la misma mina á 60 m. al S. del punto de partida del *Herrero,* pusieron de manifiesto otra capa de carbón de 3 m. Casi todas estas labores radican cerca de las de *Santa Elisa,* en el paraje nombrado Navapandero, terreno en suave declive hacia el centro de la cuenca, al S. de las redondas lomas del Camello. Más cerca del castillo de Belmez, en las minas *Pala* y *Pala 2.ª*, no aparecen afloramientos de tanta riqueza; pero al menos se debe contar á lo largo de todo el grupo tres capas explotables con un espesor total de 5 m. como promedio, en la longitud de 4600, y con la profundidad de 200, lo que sumaría en las ocho minas una cantidad de cuatro y medio millones de toneladas. No debe rechazarse como exagerado ese grueso de 5 m.,

pues si en el extremo meridional no resultase tan elevado, por el lado opuesto, en las inmediaciones de la *Terrible* y *Santa Elisa*, no habrá motivos para negar, en compensación, la existencia de núcleos y cubetas ó *peces* de doble y hasta de cuádruple potencia, aun cuando no fuese en toda la profundidad que se supone.

De secundario interés son las minas situadas más á P. del grupo anterior en las vertientes orientales de la sierra Boyera, pues sus capas de carbón son más escasas y de menores espesores, correspondiendo á la zona superior, junto al límite occidental de la cuenca á orillas del Guadiato. En el *Cuarto de la Carne*, á un km. á P. del castillo de Belmez, por las faldas septentrionales de la citada sierra, se abrieron hace años varios pocillos, siguiendo una capa de carbón de medio metro de espesor entre bancos de conglomerados y areniscas fuertemente dislocados y retorcidos al O. 18° N. en muchos sitios casi verticales. Esta capa se prolonga más al S. por las *Gambetta* y *Zozobrana*, con espesor de 1 á 2 m. á la derecha del arroyo de las Guitarreras.

Al pié de *Los Mestos*, lo mismo á lo largo del arroyo Hondo que del de la Pililla, se muestra idéntica disposición de los estratos. Sobre los bancos cambrianos y silurianos yacen los conglomerados rojizos de la base con cantos gruesos angulosos de cuarcitas, á los que siguen las pudingas grises y amarillentas de cantos desiguales, que se tienden con menos de 10° de inclinación occidental, agregándose á ellas las areniscas de grano grueso con guijos dispersos en su masa.

A corta distancia al NO. de Belmez, por los confines orientales de la cuenca, al grupo de las *Muchachas*, toca otro perteneciente á la Compañía de los ferrocarriles andaluces, compuesto de las minas *Florinda*, *Arcadio* y *Paloma*, á la derecha del arroyo Hondo; *Carbonífera* y *Teodosio*, á su izquierda; *Remedios* y *Constancia Madrileña*, más próximas á la población; *Zozobrana*, *Conchita* y *Dolores*, á P. de la misma.

De 1847 al 49, en el punto de partida de la *Florinda*, se abrieron un pozo de 40 m. y una transversal de 30, que cortó un metro de carbón excelente, doblándose el espesor de la capa, reconocida por otra transversal en el segundo piso.

Treinta años después se abrió otro pozo de 60 m. á 15 al S. de dicho punto de partida, en terreno falso de pizarras y areniscas blandas con lechos del hierro carbonatado litoideo y bancos de conglo-

merado fino, reconociéndose también la misma capa; sin que dieran buen resultado otros dos pozos menos profundos situados respectivamente á 15 y á 50 m. más á P. Con 2 m. de espesor se reconoció la misma capa por dos pocillos de 7 m. en el remate meridional de la *Florinda*, á la izquierda del barranco del Cortijeño, que se une cerca de allí al arroyo de las Guitarreras, donde las rocas del sistema inclinan de 35 á 65° S.SO.

A 35 m. á P. de esos pocillos, junto á la vía férrea de Santa Elisa, en terreno de la *Arcadio*, están las señales de otro pozo de 20 m. que cortó la misma capa en idénticas condiciones, y á 25 más al SO. se abrió en 1880 otro de doble profundidad con dos galerías, siguiendo á aquélla con 2 m. de espesor, pero en su mayor parte borrasco.

Por este lado, ó sea entre la nava de la fuente del Padre Córdoba, donde comienza el arroyo de las Guitarreras, y el Hondo, se acentúan las ondulaciones de las capas en todos sentidos y se observan los mismos accidentes estratigráficos en el km. 6.° de la vía férrea de Santa Elisa, donde á trechos aquéllas se desvían al N. 30°, y en otros al O. 40 N., predominando los conglomerados de cantos pequeños y las areniscas con fragmentos de cuarzo.

A la izquierda del barranco Hondo, en los confines de la *Pala* y la *Paloma*, asoma un peñón de cuarcita siluriana de 8 m. de largo por 3 de ancho, que pudiera tomarse como un afloramiento de terreno tan antiguo; pero que más bien parece fué arrastrado de las montañas vecinas cuando se formaron dichos conglomerados hulleros.

Por el lado oriental de la cuenca trayectos hay donde los conglomerados adquieren extraordinario desarrollo. Siguiendo el barranco Hondo, entre el Albardado y Belmez, á unos 300 m. al E. de la carretera de Peñarroya, se ve el límite oriental de la cuenca, que comienza con una faja de 50 m. de conglomerados morados, á los cuales siguen otros grises de cantos desiguales y angulosos, que miden cerca de un km. de anchura y que se extienden con igual amplitud hasta el arroyo de la Culebra. Aquí les siguen en orden ascendente los de guijarros menudos, de que se hacen buenas piedras de molino, y cuyos bancos van tendiéndose hasta los 20° de inclinación al O. Entre ellos brota la fuente del Cojo Parra, poco caudalosa, pero que da á Belmez la mejor agua potable. Estas grandes masas de conglomerado que hay al NE. y E. de la villa, se apoyan sobre pizarras moradas asociadas á un banco de arenisca cuarzosa siluriana, la cual,

á su vez, yace sobre las pizarras azuladas cambrianas, abiertas en abanico y casi verticales.

La concesión *Los Mestos* radica casi enteramente en los conglomerados de la base y es del todo estéril, sin que presente mucho mayor interés su colindante la *Carbonífera*, en la cual se abrió en 1860 un pozo de 20 m. al NO. del arroyo de la Pililla, y que cruzó una masa de borrasco de 15 m., insuficientemente explorada.

A 40 m. á la derecha del arroyo Cagancha, cerca de su junta con el Pililla, la Sociedad *La Pala* abrió, en 1867, en la mina *Teodosio* un pozo de 10 m., con una galería que cruzó una masa de carbón aislada entre conglomerados inclinados 75° S.SO. En la misma concesión, á 12 m. á P. de la carretera de Peñarroya, otro pozo de 30 m. atravesó otra capa de carbón emborrascado de 1,50, cerca de dicho arroyo Pililla, donde los estratos se doblan con fuerte inclinación al N. 25° E. en unos 100 m. de anchura, pasados los cuales se restablece el buzamiento meridional predominante.

Estériles fueron las calicatas que hace mucho tiempo se abrieron en la *Remedios*. A 50 m. á la izquierda de la carretera de Peñarroya tropezó con algo de carbón un pozo de la *Constancia Madrileña*, practicado en 1845; y después, en la *Duquesa* otro pozo de 20 m. atravesó una de las capas del muro de un metro de espesor. Por este lado de la cuenca, de muy secundario interés, es decir, entre Belmez y el arroyo de la Pililla, queda oculto el hullero bajo tierras de labor y de acarreo á derecha é izquierda de la carretera de Peñarroya.

En las márgenes del arroyo San Gregorio los conglomerados se doblan muy levantados en un anticlinal, cambiando su buzamiento al NE.; pero pasado el barranco Hondo se alzan casi verticales con buzamiento opuesto, asociados á arcillas y pizarras con dos lechos de carbón insignificantes.

Entre la sierra Boyera y Belmez, asociada á lechos de areniscas de grano grueso, cruza la faja de los conglomerados superiores, que miden de 200 á 250 m. en las minas *Conchita* y *Dolores*, ensanchándose hasta los 400 en la *Harman*. Entre ellos encajan dos capas irregulares de carbón bastante seco, distantes entre sí unos 20 m., con espesores de 0,40 á 0,60, y que en las tres concesiones fueron objeto hace tiempo de pequeñas é infructuosas labores de reconocimiento á la derecha del arroyo San Gregorio y cerca de su unión con el Cagancha. En esas tres minas inclinan las capas 60° S.SO.; pero entre la *Harman* y *María Clara*, en más de 200 m. hasta el

Guadiato, siguiendo las vertientes del cerro de Santiago, los estratos se retuercen al O. 15° N., doblándose con pendientes de 35 á 75° N. Este desarreglo de los bancos se muestra en las arcillas ferruginosas con calamites y lechos de siderosa que hay en el pozo situado á 40 m. á P. del punto de partida de dicha *María Clara.*

A 25 m. al SE. de esta última, junto al Guadiato, y dando frente á la huerta de Gonzalo, está el punto de partida de la *Consoladora,* donde es mayor la abundancia del hierro carbonatado litoideo entre las arcillas con cordaites y calamites. Se abrieron en ellas hace cuarenta años cuatro pozos de reconocimiento, uno de 20 m. de hondo, á 35 de la margen de dicho río, y casi todo practicado en los conglomerados, que estrechan considerablemente.

En el remate S. de la sierra Boyera, colindante con la anterior, se halla la *Triunfo,* donde las pizarras blandas concrecionadas y los lechos de hierro carbonatado se extienden en 200 m. con 25° inclinación N.NE., hasta terminar discordantes contra unos bancos retorcidos de conglomerados, que miden 20 m. de grueso y parecen desgajados de los que forman la faja principal anteriormente mencionada de la desembocadura del arroyo San Gregorio, según se representa en la figura 8 de la lámina 2. En ellos se observan troncos de sigillarias y calamites bastante bien conservados, demostrando que los arrastres á que estuvieron sometidos fueron poco violentos y de reducidos trayectos en el límite occidental de la cuenca.

Continúan esos conglomerados á la izquierda del mencionado arroyo, por la mina *San Anastasio II,* donde se reconoció también el lecho irregular de carbón interpuesto en ellos.

SEGUNDA SECCIÓN.—Entre Belmez y el Albardado hay algunas concesiones de bastante importancia, pero otras son de interés muy secundario, y en tal caso se hallan las nombradas *Virgen de los Remedios*, *Ermita* y *Aurora,* que situadas en el límite oriental de la cuenca, comprenden en gran parte los conglomerados estériles de la base. A éstos se sobreponen las areniscas y arcillas con hierro carbonatado litoideo y concrecionado, casi verticales ó con fuertes inclinaciones al SO., con dos fajas de conglomerados de cantos pequeños y desiguales, que se reconocen siguiendo el arroyo de la Ermita. La más occidental tiene 3 m. de grueso y cruza por las minas *Paseo*, *Santa Isabel* y *Trajano*, y la otra, mucho mayor, pues mide hasta 50 m., asoma en *Paseo* 2.° y la *Aurora,* inclinado entre 50 y 80° SO. En los confines de esta última y de la *Virgen de los Reme-*

dios la arenisca gris y pizarreña de grano grueso á ellos asociada se levanta vertical, doblándose en cortos trechos con buzamiento opuesto, que se prolonga al arroyo Albulagarejo, siguiendo el camino de las Erillas. Muéstrase también esa inversión en el cruce del camino de las Pedreras y el arroyo de la Fuente Blanca.

Siguiendo las márgenes del arroyo Las Culebras se ven muy próximos tres afloramientos carbonosos de 0,40 á 0,70 m. de espesor, que no han sido suficientemente reconocidos, tal vez por suponerlos sin valor industrial.

En los puntos de partida de las minas *Ermita* y *Virgen de los Remedios* se abrieron hace tiempo varios pocillos de reconocimiento que pusieron de manifiesto algunas fajas carbonosas ó de borrasco hasta de un metro de espesor; pero atendido el buzamiento general al SO., dado caso de que tales indicaciones se convirtiesen en capas de carbón aprovechables, penetrarian á no mucha profundidad en las minas inmediatas *Trajano*, *Cabeza de Vaca* y otras más convenientemente situadas.

En el cruce del camino de las Erillas y el arroyo Culebras asoma en la *Ermita* otro afloramiento carbonoso, sobre el cual se abrió un pozo poco profundo.

Radica en la misma villa de Belmez el grupo de *Santa Isabel* y *Padre Murillo*, donde la Compañia del ferrocarril del Mediodia, en estos últimos años, desarrolló trabajos importantes. En la mina *Santa Isabel*, al pié y por bajo de las casas de Belmez, se han reconocido las tres capas del subtramo inferior y seis del de *Cabeza de Vaca*. La más inmediata á los conglomerados de la base es la *San Pedro*, reconocida en 160 m. Asoma detrás del ferrocarril de Santa Elisa, á orillas del arroyo de la Virgen, y sus espesores varian entre 1,50 y 4 m., reconocidos hasta los 180 de profundidad. A los 65 m. de la anterior encaja en pizarras la *Santa Elisa*, que en sus 50 primeros metros presenta masas de borrasco muy impuro hasta de 23 m. de grueso con bolas irregulares de carbón, y más por bajo, hasta los 180 m., mide espesores de 15 á 20, con zonas de desigual pureza. A los 45 m. más al SO. se halla la *Aurora*, con 2,30 de potencia media de carbón muy impuro en su parte posterior. Las hullas en estas capas son semi-grasas y coquizables; pero las otras seis del subtramo medio, que comienza á 345 m. de la *Aurora*, son secas. Las cuatro primeras se agrupan en un espacio que varía entre 10 y 15 m., presentándose en lentejones de muy distintos espesores

y con tan diferentes grados de pureza, que así como hay algunos de carbones con menos de 5 por 100 de cenizas, en otros se convierten en borrasco inaprovechable. A 45 m. de estas cuatro sigue la llamada *La Torre*, reconocida con carbón hasta los 210 m. de profundidad, también subdividida en lentejones, algunos de los cuales miden 14 m. A 15 m. más al SO. se descubrió recientemente la nombrada *Cero*, cortada por transversales á los 150 y á los 210 de profundidad, con espesores hasta de 7 m.; pero estrechándose en sitios hasta reducirse á 0,20. Algunos lentejones de esta capa sólo dan de 2 á 6 por 100 de cenizas, y contienen hasta 40 por 100 de materias volátiles, siendo parcialmente coquizables.

Según advirtió Parran, el subtramo de *Cabeza de Vaca* se depositó en la depresión de caliza que existe entre *San Rafael* y *Hernán Cortés*, hasta 500 m. al E. de Belmez y la serie de crestones que empiezan al O. de la Parrilla y continúan hasta más abajo de Espiel. Su anchura media es de 500 m., su potencia de 300 á 400, y se compone de pudingas silíceas con algunos cantos calizos en bancos separados por lechos de pizarras, en las cuales abundan las concreciones de caliza blanca y riñones de siderosa. Unicamente al E. de Belmez, en las minas *Cabeza de Vaca*, *La Torre* y *Santa Rosalía*, las capas inferiores del subtramo tienen importancia industrial, y además de esas concesiones entran en el grupo las nombradas *Paseo*, *Paz*, *Marteleña*, *Absalón* y *Aurora*.

También en este grupo se observan repetidos ejemplos de la tumultuosa y desigual repartición de los elementos petrológicos que forman esta cuenca, según se dibuja en la figura 7 de la lámina 2, que representa una de las trincheras abiertas en la misma *Absalón*, en el ferrocarril de Santa Elisa á la Vega, donde alternan de una manera muy irregular los conglomerados, las pizarras y las areniscas.

Un corte á través de la cuenca, pasando por este grupo, mostraría la siguiente sucesión de los estratos. Por las márgenes del Albardado, en el extremo oriental, limitan al hullero los filadios cambrianos invertidos sobre las cuarcitas silurianas, que asoman discordantes con los conglomerados de la base. Estos alcanzan extraordinario desarrollo en el sitio nombrado Las Pedreras, junto al camino de los Molinos, donde se tienden á 15° SO., encauzando aquel arroyo entre riscos escalonados, y se distinguen en orden ascendente estas variedades: 1.ª, conglomerado brechoide de cantos angulosos; 2.ª, con-

glomerado de cantos medianos y pequeños de cimento rojo; 3.ª, conglomerado de cantos, también desiguales, de cimento gris; 4.ª, pudinga intercalada en la anterior formada de guijo menudo. Siguen á estos conglomerados las areniscas y pizarras, con las capas de carbón que forman el grupo ó la serie del muro, casi todas antracitosas. La primera mide en sitios 5 m. de espesor; siguen á ella dos afloramientos poco potentes, después una faja de 10 á 50 m. de anchura compuesta de pudinga, y después se sobreponen entre arcillas y areniscas las capas de hulla del centro de la cuenca, gradualmente menos secas, siendo tres las principales; pero todas en lentejones

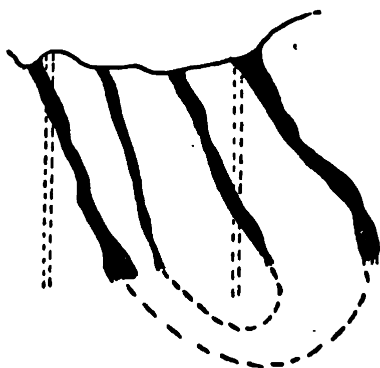


Fig. 4.—Corte de las capas de *Cabeza de Vaca.*

ó *peces*, que en sitios se reducen á pocos centímetros, y á trechos pasan de 5 m. Suceden á la última los lechos de hierro carbonatado litoideo entre arcillas abigarradas, alternantes con capas de arenisca de grano grueso y pudingas de guijo menudo, intercalándose lechos de carbón y de borrasco de escaso interés. A esta serie central sigue la llamada de las capas del techo, numeradas en Belmez por el orden inverso de su sedimentación. La núm. 4 es una serie de depósitos en rosario, alguno de 80 m. de largo por 15 á 20 de grueso, si bien éste se reduce generalmente á 5,50. Yace sobre un banco de pudinga, produce 40 por 100 de borrasco y el resto es carbón bituminoso, de llama larga, que se quiebra en fragmentos angulosos, y rinde un cok poroso, ligero y duro. A 50 m. de la 4.ª se halla la 5.ª, que se

reduce de 0,70 á un metro de potencia, bastante sucia, así como la 2.ª, cuyo espesor medio es de 1,25. La 1.ª, también en rosario como la 4.ª, tiene espesores que varían de 6 á 15 m. de carbón limpio en el techo, seco y duro, mezclado con 20 por 100 de borrasco en el muro, y debe ser repetición de la 4.ª, según se dibuja en la figura 4, así como la 3.ª lo será de la 2.ª A 25 m. de ella existe la *Cero*, que parece poco importante, en Cabeza de Vaca, y se sobrepone á ella una zona de pudinga de 50 m. inmediata á la faja de caliza del castillo de Belmez y de la sierra Palacios. Toda esta serie inclina por término medio 70° SO. La 1.ª, á unos 100 m. más arriba que la 4.ª, es la de la *Torre;* y ambas se hallan menos separadas en *Santa Rosalía*, mina sita al pie de la sierra Palacios, y en la cual los espesores de ambas se reducen á 3 m. y 1,50 respectivamente; quedando representadas las intermedias por delgados lechos de carbón inaprovechables. En el grupo de *Cabeza de Vaca, Trajano, Absalón* y *La Torre*, las explotaciones han sido tan activas en estos treinta años últimos, que se pasó de la profundidad de 235 m. habiéndose agotado la mejor parte de los criaderos.

Las Culebras, de la Compañía Manchega; la *Belmezana* y la *Princesa*, de los Andaluces, y la *Arruzafa*, son cuatro concesiones al E. de Cabeza de Vaca, situadas entre el arroyo Abulagarejo y el Albardado, en el extremo oriental de la cuenca y de condiciones análogas al grupo de las *Ermitas* ya reseñado.

El punto de partida de *Las Culebras* está en un hoyito donde se abrió un pozo de 15 m. de hondo, sobre arcillas negras y vetillas de borrasco á las que no se dió importancia alguna. Hoy está cegado y se encuentra al S. de los peñones de conglomerados y areniscas bastas amarillas de la Fuente Blanca, inclinados 75° al S. 25 O. A N. y S. de dicho punto sobresalen por las Cañadillas cuatro cordones de siderosa concrecionada pardo-rojiza.

Más al E., á cosa de un km. de Belmez por la misma dehesa de la Fuente Blanca, los conglomerados morados de la base se reducen á unos 8 m. de espesor; siguen á ellos otros brechoides de cantos desiguales de filadios y pizarras, y por fin, los grises y amarillentos cuarzosos, ampliamente desarrollados.

Entre el arroyo de la Fuente Blanca y el Albardado se hallan las tituladas *Pedrera* y *Pedrera* 2.ª, y si bien á éstas, como á sus colindantes, cruzan varias capas de carbón, aparecen demasiado dislocadas, con inclinaciones que varían entre 10 y 80° S.SO., correspon-

diendo á la zona llamada del muro, donde abundan en exceso los conglomerados de la base.

En el punto de partida de la *Pedrera* se abrió en 1861 un pozo de 20 m., donde se cortaron vetas de 4 á 10 cm. de espesor entre gredas negruzcas. Más al N. existen las trazas de otro pocito perforado en la primera época de las exploraciones de la cuenca.

El arroyo de la Sierra que nace en el collado de la Minga cruza el remate NO. de la sierra Palacios y acaba en la Vega del Fresno, donde existe la fábrica de briquetas de los Andaluces. Entre ese arroyo y el camino de Belmez á Espiel se hallan las minas *Esperanza* y *Rosalía*, por las que cruzan potentes bancos de conglomerados de cantos muy desiguales é irregulares con fragmentos angulosos de carbón, alternantes con areniscas pizarreñas y lechos de hierro carbonatado. En todas esas rocas se observan numerosos lisos estriados de resbalamiento á través de las capas que se alinean onduladas al O.NO. con varios desarreglos estratigráficos. Al N. del antiguo pozo *San Carlos* las pizarras buzan al NE. con variables inclinaciones; á 10 m. vuelven á su posición normal en una faja de 100 de anchura; más al O. se encorvan, intercalándose entre aquéllas y las areniscas arcillosas un banco de pudinga de 0,70; y 100 m. más al S., al pié de la sierra, inclinan 70° S. 25 O. Entre las arcillas abigarradas se intercalan los lechitos de siderosa litoidea en ambas minas, en las cuales se practicaron hace tiempo diversas labores, siguiendo la prolongación de las capas de Cabeza de Vaca. En el punto de partida de la *Rosalía* hay un pozo de 20 m. que cortó la 1.ª con 10 m. de carbón; y en el extremo SE. de la misma concesión se practicaron otros dos de 40 m. que se unieron por una galería de 60 de largo, y en la cual se atravesaron las cuatro capas: la 1.ª y la 4.ª con 2 m. de carbón cada una, y la 2.ª y 3.ª con sólo indicaciones. A 200 m. más al SE. se halla el último pozo de *Santa Rosalía* en terreno muy dislocado, sin duda por la proximidad ó el contacto de los bancos calizos de la sierra.

La casa Heredia de Málaga abrió en 1866 los primeros pozos de la *Esperanza:* uno de 50 m., del que partió al NO. una galería sobre la capa 1.ª, que se mantuvo con 2 á 3 m. de espesor en otros 50 de longitud, siendo su carbón seco, limpio y con mucho gas. A 150 m. al SE. se perforó el segundo de 30 m., y posteriormente á dicha fecha se profundizó el principal hasta los 66, habiéndose paralizado las labores en estos últimos años.

En el apeadero de la Vega las areniscas con cantos cuarzosos dispersos en su masa y lechos delgados de arcilla inter-estratificada, se retuercen en un anticlinal dobladas las capas en todos sentidos, y contienen muchas impresiones de fucoides y calamites.

Por las vertientes SE. de la sierra Palacios se extienden las concesiones *El Conejo* y *Conejo 2.°*, sobre la derecha del Albardado, que juntamente con las inmediatas *Perdiz* y *Perdiz 2.ª*, fueron incompletamente investigadas por una Compañía inglesa en 1890 y 91. En las cuatro se abrieron hasta diez pozos de diversas profundidades, uno de los más importantes el núm. 9, sito en *El Conejo*, que alcanzó hasta 100 m. y cortó las capas de Cabeza de Vaca; pero tuvieron que pararlo por el gran golpe de agua que lo invadió.

A pesar de las inútiles ó desgraciadas pesquisas hechas por la Compañía inglesa, este grupo tiene que ser, andando el tiempo, de considerable importancia. No hay razones estratigráficas para no suponer en él grandes cantidades de carbón, pues situado en el centro geométrico de la cuenca, encerrando diversos afloramientos en la prolongación oriental de Cabeza de Vaca, y continuando estas mismas por el opuesto rumbo hacia Espiel y La Ballesta, no es aventurado suponer un espesor medio explotable de 4 m. en la longitud de cerca de 2 km.

Los tres pozos principales del *Conejo* traspasaron lechos delgados de caliza de colores claros con braquiópodos, coralarios y otros restos fósiles, incluidos entre areniscas y pizarras arcillo-ferruginosas, en las cuales abundan varias especies de *Neuropteris* de hojas grandes.

Entre la mina *El Conejo* y el Guadiato, en la vega del Tranche, que se extiende sobre la derecha del Albardado, continuación del extenso llano del Pimpollo, apenas se han practicado investigaciones en el terreno hullero infrayacente.

No son enteramente estériles, pero sí de escaso interés, las concesiones situadas entre el Guadiato y la sierra Palacios, á las que cruza el ferrocarril de Córdoba en los km. 67 y 68. En la nombrada *El Extendedor*, á unos 50 m. de la margen derecha de dicho río, se abrió en 1863 un pozo de 18 m. de hondo, á cada lado del cual se siguió por galería una capa de pizarra carbonosa, sin que tales labores fuesen suficientes para apreciar su valor efectivo. A falta de datos favorables hay, en cambio, dos circunstancias opuestas á su ventajoso aprovechamiento. La primera es que por su proximidad al

río las cantidades de agua que penetrarían en sus labores serían extraordinarias, y así se vió en la apertura de dicho pozo. La segunda consiste en que alrededor de la sierra Palacios los bancos del sistema asoman dislocados por violentos pliegues y roturas, lo cual haría, aun en el caso de mucha pureza en las capas de carbón, que éstas se encontrasen desgarradas en todos sentidos, con multiplicadas estrecheces, soluciones de continuidad y difícilmente aprovechables.

Tercera sección.—La parte menos explorada de la cuenca es la comprendida entre el arroyo Albardado y Espiel, en cuyas concesiones se abrieron muchas labores, generalmente pocillos de menos de 20 m. de profundidad, y que por lo someros resultaron completamente inútiles.

Buen Deseo y *Venus* son dos concesiones situadas al E. de *Las Pedreras* cruzadas por el Albardado y por su afluyente de la izquierda el arroyo Baretales, sobre el cual se practicaron algunas investigaciones en 1860. Las labores de *Buen Deseo* se redujeron á un pocillo de 4 m. y una pequeña galería, siguiendo la misma capa de carbón y borrasco mezclados de la *Venus*, donde se abrió un socavón de arrastre de 14 m., teniendo aquélla de 1 á 2 m. de grueso. Las pudingas cuarzosas y las areniscas con cantos y guijo enclavados en la masa que la encajan, sólo inclinan 15° SO.

Al S. de las anteriores, también sobre la izquierda del Albardado, se abrieron en 1878 dos socavones en la *Asturiana*, de la Compañía del Mediodía, siguiendo dos lechos carbonosos de más de 2 m. de grueso distantes 58 m. Son superiores á la capa anterior y encajan entre arcillas carbonosas en que abundan los *Cordaites*, *Sigilarias*, *Stigmarias* y otros restos vegetales, marcándose intermedia una zona trastornada en que los bancos de conglomerados con lechos carbonosos se levantan casi verticales.

Siguiendo el curso del Albardado al SO. de la anterior se cruza la *Manuela*, cuyas labores existieron hace muchos años en el extremo N. de la concesión sobre la opuesta margen del arroyo. La principal fué un pozo de 20 m. sobre una capa carbonosa de 2 m. que asoma en el acantilado semicircular que rodea la vega de García Martín, limitada al N. y S. por dos filas de conglomerados distantes entre sí unos 500 m. El espacio intermedio tiene la serie de gredones abigarrados con las habituales fajitas de siderosa litoidea, un poco desviados al N.NO. y con el buzamiento occidental.

Según se indicó anteriormente, las concesiones *Perdiz* y *Perdiz* 2.ª

son la prolongación de las nombradas *El Conejo* y *Conejo* 2.° La misma capa 4.ª de Cabeza de Vaca se reconoció sobre la izquierda del Albardado en el pozo núm. 3 que radica en la *Perdiz*, encontrándose en sitios con 10 m. de grueso, siguiendo una galería al N. á la profundidad de 40 m. Otra galería que partió del pozo número 4 cruzó otra capa de gredones con vetas de borrasco y remató en una masa de carbón, que sin motivo explicable dejó de explorarse. En *San Carlos Borromeo* se ven los restos de pozos abiertos en 1851 que cortaron iguales conglomerados de cantos menudos, calizas veteadas tabulares y arcillas del *Conejo*.

En los Pilones de la Juliana las areniscas blandas de grano grueso con profusión de *Cordaites*, y las pudingas de guijo menudo, inclinan 55° S. 40 O. por los confines de las concesiones *Culebra* y *Maravilla*. En esta última, al N. del arroyo de los Almendros, paraje nombrado Campiñuela del Bujadillo, se abrieron varios pocitos en afloramientos de borrasco negro con listas de carbón y en una zona de 10 m. de anchura inmediata al borde oriental de la cuenca, apoyada sobre los conglomerados de la base, que por esta parte mide 80 m. de espesor. Se siguió dicha zona en la misma mina por medio de un socavón de 20 m. de largo, á la derecha del arroyo Juliana.

Al pie del cortijo de Danchiego, sobre la izquierda del arroyo de la Juliana, brota entre arenisca de grano fino un manantial de un agua de sabor de tinta demasiado intenso, sin duda por fuertes dosis de sulfatos de hierro y alúmina en ella disueltos.

Por los comienzos del mismo arroyo, en la mina *Soledad*, se descubrieron dos capas de carbón entre los conglomerados de la base que llegan hasta el pié de la casa de Heredia y cerros del Moncayo, en contacto con las cuarcitas silurianas.

Al S. de la *Perdiz*, y tocando su extremo SO. al ferrocarril de Belmez á Córdoba, en el kilómetro 63, se hallan las dos concesiones nombradas *Piedras Calizas*, con numerosas labores de exploración á la derecha del arroyo Juliana, algunas de las cuales cortaron las capas con más de un metro de grueso de carbón puro. Igualmente en el arroyo del Puntal y el de las Zorreras existen otros pocillos de exploración sobre diversos afloramientos, á todas luces insuficientes para dar remota idea del verdadero valor de las concesiones.

En la mina *Margarita* (de la Compañía de los Andaluces) se abrió otro pozo de 12 m. que cortó una capa de carbón entre areniscas, hierro carbonatado litoideo y las pudingas de guijo menudo con im-

presiones de *Stigmaria*. De escaso interés parece ser esta concesión, así como sus colindantes *Protectora* y *Unión*, pues corresponden á una zona pobre en afloramientos, cruzada por el ferrocarril en los kilómetros 64 y 65. La parte comprendida á la derecha del río, en las *Encarnación* y *Santa Catalina*, está casi toda enclavada en el culm ó cubierto en muchas hectáreas por los terrenos de acarreo de la Vega de los Peñones.

Entre el arroyo de la Juliana y el de las Campiñuelas, al SE. de *Piedras Calizas*, existen las concesiones *Saco Perdido* y *Saco Perdido* 2.°, donde se abrió un pozo de 13 m. entre arcillas onduladas con inclinaciones de 35 á 55°, y en las cuales se veían insignificantes lechos carbonosos. Algunas capitas de hierro carbonatado, también interpuestas, están llenas de impresiones de *Cordaites*, abundando más las *Sigilarias* en otros lechos del mismo mineral de la inmediata mina *Renombrada*, donde no se hicieron reconocimientos.

A P. de esta última, siguiendo el arroyo de las Campiñuelas, se cruzan la *Flor* y la *Emperatriz*, en cuyas insignificantes labores se hallaron idénticos estratos. Al SE. de ellas, en el comienzo del vallejo de los Almendros, un pozo elíptico de 20 m. revestido de ladrillo cruzó en la mina *Vapor* una de las capas del muro, entre arcillas con siderosa y el conglomerado de guijo menudo.

Más al S. de las anteriores existen las concesiones de la Compañía Manchega *Peñones*, *Peñones* 2.°, *Las Encinas*, *Las Encinas* 2.ª, *El Carbón*, *El Carbón* 2.° y la *Media*, que forman un grupo natural cruzado en su extremo de P. por el ferrocarril de Córdoba, entre los kilometros 61 y 62. Junto al arroyo del Cacho se abrieron en los *Peñones* diferentes calicatas entre gredas estériles; en *El Carbón* existen dos pozos cegados que tampoco descubrieron capas importantes, y en la *Media* se excavó una calicata insignificante cerca del límite oriental de la formación. Como ésta no se interrumpe entre Belmez y Espiel, pues prosigue con los mismos conglomerados, areniscas y pizarras arcillosas y los mismos lechos pardo-rojizos interpuestos de hierro carbonatado litoideo, es de suponer que con labores más profundas, cortando normalmente los bancos por galerías transversales, se encontrarían varias capas ventajosamente explotables.

De menor valor que las anteriores deben ser las concesiones inmediatas *Jabalina* y *Fama*, de los Andaluces; *Villanueva* y *Villanueva* 2.ª, de la Manchega; pues radican más al E. en el extremo oriental de la cuenca, contribuyendo también á quitarlas interés la cir-

constancia de que en varios trechos, hasta de 200 m. de largo, por ambos lados del barranco de Uceda, las capas carboníferas asoman desgarradas con diferentes cambios de buzamiento y pliegues irregulares.

Por su situación occidental, atendiendo al buzamiento predominante en este sentido, sin duda como lo indicó Parrán, corresponde al subtramo superior, ó de *La Ballesta*, la pequeña fracción de la cuenca que se extiende hasta el culm sobre la derecha del Guadiato, entre el arroyo de las Huertas y el Ruidero, al E. de Villanueva del Rey, y por donde radican, entre otras minas, la *Rosario* y el coto *Riqueza Cordobesa*. El arroyo de las Huertas, al pié de sierra Quemada, cruza sucesivamente de O. á E. las cuarcitas de las cumbres de esa sierra y de los montes de Santarén, las micacitas con pórfidos anfibólicos que hay á su pié en una faja de 100 m. de anchura, y la banda de grauvacas y pizarrillas del culm con lentejones de caliza que se extienden por los llanos de Samaniego.

Más al S., en la dehesa de Dos Hermanas, á un km. del río, cruza un cordón de caliza gris azulada algo silícea con un ancho de 70 metros, dividida en dos fajas inclinadas 50° SO. y prolongadas hasta cerca de la conclusión del arroyo Ruidero. Siguiendo aguas arriba las márgenes de éste, se presenta la siguiente sucesión de rocas: 1.°, fajita irregular hullera con gruesos bancos de conglomerado y bolsadas irregulares de carbón, algunas hasta de 4 m. de grueso, entre pizarras y lechos de hierro carbonatado litoideo, á orillas del Guadiato; 2.°, dique de pórfido; 3.°, cordón de cuarcitas silurianas; 4.°, serie hullera del subtramo superior con dos capas de carbón, aparte de varios lechos de poco grueso, extendida hasta el pié del cerro de la Urraca, donde la limita el culm con intercalaciones de caliza.

Entre 2 y 3 km. á L. de Villanueva del Rey se encuentra la *Rosario*, donde se practicaron diversas labores entre pizarras arcillo-carbonosas y gruesos cordones de pudingas con *Sigilarias* y otros restos vegetales. Las capas de carbón que se descubrieron, correspondientes al subtramo superior, son de escasa potencia, y en todo el sistema se notan diversos cambios de dirección y buzamiento, si bien la inclinación de 70 á 75° al S.SO es más general.

El límite occidental del hullero en esta parte del término de Villanueva del Rey avanza desde la mina *Rosario* al cerro de la Javada, y de allí al pié del de la Urraca, donde se acentúa el buzamiento septentrional de los estratos. Los conglomerados se desgajan en cuatro

cordones ó fajas, son de cantos muy desiguales y de escaso cimento arcilloso, predominando en ellos el guijo menudo, y se sobreponen á un lentejón de caliza de 100 m. de ancho sobrepuesto á unas pizarras cloríticas y micáceas de estrato cristalino.

Entre el monte de la Urraca y el vado de los *Ánades*, por donde se hallan las minas *Patricia*, *Riqueza* y *Santa Eulalia*, las capas hulleras se arquean inclinando en sitios de 70 á 80° al O. y entre ellas se intercalan dos capas de carbón: la 1.ª, entre areniscas bastas amarillas y areniscas gris claras de grano fino, mide en sitios hasta un metro de grueso; la 2.ª, á 30 m. más al S., arma en pizarras carbonosas claras y areniscas, á las que se sobreponen grandes masas de pudingas que en el cerro de la Urraca tienen menos de 200 m. de espesor. Sobre estas pudingas pasa una faja de calizas que sobresale en los peñones del O. del cerro de la Geta, y que debe estar separada por una falla de otra serie de estratos no invertidos que se sobrepone, compuesta de micacitas, de cuarcitas silurianas y de pizarras del culm.

Siguiendo la vía férrea de Belmez á Córdoba, al final del kilómetro 60 se nota una rotura en los estratos, pues mientras que por un lado los lechos arcillosos y de conglomerado fino buzan al SO. con fuertes inclinaciones, por el otro las pudingas de cantos desiguales y las areniscas se tienden suavemente al NE. por el lado de Levante. Este desarreglo se prolonga por el kilómetro 59; y todavía más al S., en el 58, frente á los afloramientos de carbón de la *Riqueza Cordobesa*, se ve claramente que una estrecha fajita del hullero en capas ligeramente inclinadas al NE., *b* (fig. 17 de la lám. 2.ª), por una parte de la concesión *Feliz Encuentro*, yace como enclavada entre otras dos zonas, *a* y *c*, en que las capas inclinan fuertemente al SO. Entre los kilómetros 57 y 55 se acentúan todavía más los desarreglos estratigráficos, pues las capas se hallan rotas por numerosas fallitas parciales, observándose dos afloramientos pequeños de carbón entre las arcillas y areniscas de grano grueso pasando á conglomerado. De mayor importancia que éstos son dos capas de hulla que se investigaron un poco en la mina *Sombra* hace unos diez años.

Continuando el examen detallado de las minas de esta cuenca marchando de NO. á SE., las primeras que se encuentran en el término de Espiel son las nombradas *Carmen*, *Carmen 2.ª*, *San Agustín*, *San Antonio 2.º*, *Pensamiento*, *Feliz Encuentro 2.ª*, *El Valle*, *El Valle 2.º*, *El Trago*, *El Trago 2.º*, *Pensamiento 2.º* y *Juana*, grupo situado

hacia el borde oriental de la cuenca, entre el cerro porfídico del Ladrillo y el de cuarcitas silurianas del Molino. De igual modo que en los otros inmediatos, fueron excesivamente someras, del todo insuficientes y por demás aventuradas, las labores de investigación que en esas minas se hicieron. En la *Carmen* se abrieron hace tiempo dos pocillos de 8 á 10 m. que cortaron una capa de hulla de 50 cm.; otras pequeñas labores de *El Valle* tampoco arrojaron más luz sobre su valor efectivo.

Un corte á través de la cuenca por este extremo septentrional del término de Espiel, nos daría la siguiente sucesión de estratos á lo largo del arroyo de las Cañas ó de su inmediato de la Herradura:

1—Cuarcitas silurianas del punto de partida de la *Carmen*.

2—Arenisca amarillenta muy dura y de grano grueso en sustitución de los conglomerados de la base, á los que reemplaza en un largo trayecto, con una capita de carbón inaprovechable.

3—Arenisca de color heces de vino con arcillas carbonosas, y la 2.ª capa de carbón excesivamente seco.

4—Islotillo de pórfido del cerro del Ladrillo.

5—Conglomerado de guijo menudo y arenisca dura de grano grueso, con fajitas interpuestas de las arcillas abigarradas y siderosa que se extienden hacia el centro de la cuenca.

6—Conglomerado cuarzoso con grandes peñones salientes en las caídas del cerro del Ladrillo hacia el arroyo.

7—Pudingas mezcladas con los otros elementos del hullero, y entre éstos las arcillas carbonosas que motivaron el pocillo de la mina *San Agustín*, á 250 m. al E. de la vía férrea.

En los kilómetros 58 y 59 de esta última las areniscas y pudingas alternantes se retuercen y desgarran en todos sentidos, alineadas al E. 10° N., con fuertes inclinaciones septentrionales. El mojón 57 se halla en la alcantarilla del vallejo que corre á L. del cerro del Ladrillo, y por ese lado se intercalan los bancos de caliza arcillosa fosilífera inmediatos al techo de la cuenca entre pizarras lustrosas, sefitas, areniscas pizarreñas y dichas pudingas inclinadas 75° SO.

Mucho más importante y mejor situado es el grupo que sigue al anterior, abarcando una extensión de cerca de 250 hectáreas, pues en una longitud de 5000 m. se miden sobre el hullero anchuras comprendidas entre 250 y 750 m. Está formado de las concesiones de la Sociedad Manchega, nombradas *Feliz Encuentro*, *Los Potros*, *El Barbero*, *El Barbero 2.º*, *El Chasco*, *El Chasco 2.º*, *La Posada*,

La Posada 2.ª, *Hermanas de la Caridad*, *Hermanas de la Caridad 2.ª*, *El Rio* y *El Rio 2.º* En la primera y en *El Chasco*, que tienen dos pequeñas fracciones sobre la derecha del Guadiato, el ferrocarril de Córdoba cruza el grupo en todo el kilómetro 58. Hacia 1865 un pozo de 12 m. cortó en *Feliz Encuentro* una masa de borrasco que no se continuó investigando debidamente; tampoco pasaron de 6 á 10 m. otros dos pocillos abiertos á la ventura y sin concierto en *El Chasco* y *El Potro;* pero mejores señales se notaron en labor parecida practicada en *El Barbero*, mina situada en dicha zona central en que todos los elementos del hullero alternan repetidas veces.

A unos 100 m. á la derecha del arroyo del Valle se perforaron dos pozos en la mina *Los Arboles:* uno de 20 m. de hondo con una pequeña galería, otro de 40 con otras dos galerías, siguiendo dos capas, la 1.ª con un metro de borrasco, la 2.ª de 0,65 á 0,70 de grueso, de carbón puro y limpio, del cual todavía se ven señales en las escombreras. Sobre otra capa de 0,50 que aflora en las márgenes de dicho arroyo se practicó un socavón de sólo 8 m. de largo, cuyas exiguas dimensiones demuestran la falta de plan bien meditado que hubo antiguamente para investigar las capas de hulla.

A 40 m. de la margen izquierda del arroyo del Valle se abrió antiguamente en la mina *Posada* un pozo de 15 m., hallándose en ese lado muy dislocadas las capas por la influencia de los islotillos y cuñas de pórfido feldespático que allí asoman.

Carece de importancia la mina *Violeta*, situada más al E. de las anteriores, en el borde oriental de la cuenca, y donde las arcillas abigarradas se desgarran con buzamientos opuestos, en algunos trechos casi horizontales. Un pozo de 15 m. abierto en aquélla sólo encontró borrasco con siderosa y conglomerado de guijo menudo.

Aunque con sólo 2 m. de espesor, reaparecen los conglomerados de la base en el arroyo del Valle por el estrecho de la Cruz de la Rambla, donde concluye la pintoresca hoya del Higuerón, y por este lado la sucesión de los estratos es la siguiente:

1—Pizarras y filadios cambrianos desgarrados en todos sentidos en la hoya del Higuerón.

2—Cuarcitas tabulares y pizarras silíceas silurianas que se alzan sobre ésta por los cerros inmediatos de la Serrana, los Maderos, el Molino y Peña Crispina.

3—Fajita de 2 m. de conglomerado de guijo cuarzoso menudo,

tránsito de las areniscas de grano grueso á los conglomerados en que está edificado Espiel.

4—Serie del hullero con todos los elementos abigarrados, incluyéndose las dos capas de carbón de la mina *Posadas*, intercalándose varios islotillos y cuñas de pórfido ferruginoso. Esas capas afloran entre 50 y 80 m. de las cuarcitas, y las arcillas carbonosas, entre las cuales encajan, son notables por la profusión de frutos fósiles, como granos de mijo, asociados á *Cordaites* y *Sigilarias*.

Siguiendo aguas abajo por el arroyo del Valle, las areniscas bastas y los conglomerados de guijo menudo del centro de la cuenca se doblan en un anticlinal correspondiente á los desarreglos inmediatos al cerro del Ladrillo antes mencionados, y en largos trechos sólo inclinan de 20 á 25° SO.

A P. de *Los Arboles*, por el Haza del Torbiscón, dicho arroyo cruza la faja de caliza arcillosa con crinoides, reducida á un banco de medio metro, inclinada 70° SO., junto á las areniscas calíferas inmediatas á los cordones de conglomerados repetidas veces alternantes con arcillas. Esas calizas se encuentran más al S. en los cerros de Jaraba y de la Caridad, uniéndose á las compactas otras tabulares parduzcas muy arcillosas.

Cerca del cortijo de Jaraba, los primeros registradores que hacia 1850 exploraron el terreno, abrieron en la concesión *El Rio* otro pozo que pasó de 30 m.; pero de cuyos resultados no se conserva recuerdo en el país.

La *Hermana de la Caridad* y el *Gran Proyecto* tienen dos pozos que sólo distan 15 m. entre sí, junto al punto de partida de la 1.ª, siguiendo dos capas separadas por 10 m. de pizarras y areniscas abigarradas, entre bancos salientes de pudingas. A 60 m. más al SE. existen en el *Gran Proyecto* las señales de otras dos labores; y á lo largo del arroyo de los Maderos, que cruza esas dos concesiones, se nota una discordancia estratigráfica producida por las ondulaciones de las rocas silurianas, cuyos bancos inclinan al NE., buzando en sentido contrario los conglomerados brechoides de la base del hullero. Estos se hallan muy tendidos á 150 m. al E. del camino alto de Belmez, adquiriendo notable anchura hasta la huerta de Vela, por bajo de la cual se abren muy levantadas, con buzamientos opuestos, las areniscas feldespáticas, las pudingas de guijarrillos pequeños y las arcillas abigarradas y carbonosas de las antiguas labores del *Gran*

Proyecto y de la *Hermana de la Caridad*, retorcidas las capas al N.NO. en sus confines con la *Confianza*.

Un sinclinal se observa en ellas cerca del cortijo de la Escribana, apareciendo las calizas arcillosas interpuestas.

Saliendo de Espiel por el camino de Villanueva del Rey, pasados los 200 primeros metros de los conglomerados de la base de cantos desiguales con ligeras intercalaciones arcillosas, se presenta la 1.ª capa de la mina *Luz*, á 40 m. de la cual siguen la 2.ª y 3.ª en la *Confianza*, é inmediatamente los estratos se levantan de los 20 á los 70°, ocupando los 200 m. siguientes el hullero abigarrado, que termina en la faja de caliza impura, ya silícea, ya con guijarrillos cuarzosos. Junto á ésta se presentan dos capas de hulla del techo sumamente dislocadas, frente al seno con que se revuelve el Guadiato. A 80 m. más á P. de aquél existe la escombrera de otro pozo practicado hace tiempo sobre otra capa de carbón inmediata á la faja de caliza más occidental que asoma en un promontorio de 20 m. de largo por 6 de ancho, á 50 m. al SO. del paso de nivel de la vía férrea y de dicho camino de Villanueva del Rey.

Entre ese paso y la estación de Espiel queda cortado el hullero medio, reemplazándole el inferior ó culm con sus grauvacas micáferas tabulares y sus pizarrillas negro-azuladas, cien veces alternante, en lechos delgados inclinados de 50 á 80° S.SO., esto es, abiertos en forma de abanico hasta chocar ó cortarse contra las calizas de la sierra del Castillo, acompañadas de otras negruzcas y veteadas.

En el extremo NO. de la sierra el hullero forma un cabo saliente, y en él se halla una capa de carbón muy dislocada que se investigó infructuosamente á 100 m. SO. de la huerta del Caño.

Dos capas de carbón espaciadas 8 m. se investigaron en la mina *Confianza:* la del techo, de 2 m. de grueso, se exploró poco, á causa de estar muy mezclado con borrasco; la del muro, de 3 á 5 m. de espesor, se cortó á los 60 m. del pozo maestro que está en lo alto del Lomero, y á partir del cual se siguieron dos galerías, una de 93 m. y otra de 64. La hulla es de buena calidad; produce mucho gas y merece ser nuevamente explotada.

La capa principal de la *Confianza* se prolonga más al S. por la *Luz*, á corta distancia á P. de Belmez, y en esa mina tiene 4 m. de espesor, está muy tendida, y su carbón es duro de llama larga. Hace unos veinte años se efectuaron en esa mina importantes labores subterráneas y á cielo abierto, y entre aquéllas merece citarse el pozo *San*

Francisco, de 100 m. de profundidad, que á los 60 cortó á aquélla, sobre la cual se siguieron dos galerías.

Un corte á través de la cuenca entre Espiel y el Guadiato, pasando por la sierra del Castillo, mostraría la disposición siguiente de los estratos, según se indica en la fig. 16 de la lám. 2.ª:

1—Cuarcitas y pizarras silíceas muy dislocadas en su contacto con el hullero que se observan en la misma villa de Espiel.

2—Conglomerados de la base del hullero.

3—Pizarras arcillosas y carbonosas, y areniscas con capas de carbón muy dislocadas y con frecuentes cambios de buzamiento.

4—Caliza carbonífera con buzamiento septentrional que descuella en las cumbres de la sierra.

5—Asomo de pórfido anfibólico descompuesto rodeado de una faja de micacita de pocos metros.

6—Pizarrilla arcillosa verde-negruzca del culm, cien veces alternante con lechos de grauvaca micáfera tabular, inclinados 30° SO. y cruzados por el río.

7—Micacitas inclinadas 50° SO. y alineadas en dirección á Villanueva del Rey, con la intercalación de un islote porfídico.

Cuarta sección.—Entre Espiel y la Cruz de la Ballesta, cerca de Villaharta, la cuenca va estrechando rápidamente, disminuyendo también el número de los afloramientos de carbón, tanto porque varias capas se extinguen, cuanto porque el número de sus pliegues va siendo menor. Las grandes masas de caliza de las sierras del Castillo de Espiel y de la Estrella, de Nava Obejo y cerro del Cabello, descuellan, en cambio, más ensanchadas y altas que los otros montes de igual composición del resto de la cuenca.

Siguiendo la vía férrea desde la estación de Espiel hacia la Alhondiguilla, se extienden las pizarrillas hulleras muy impregnadas de óxidos de hierro en los kilómetros 52 y 51, hasta su contacto al pié de la sierra con el manchoncito de micacitas y pórfidos descompuestos que enteramente las rasgaron, y á partir de ese punto queda todo el hullero medio á L. de la línea de Córdoba.

En las vertientes orientales de la sierra de Espiel, la cañada de Mausegoso, que mide 240 m. de anchura, se abre por su mitad inferior en una faja de pudingas blancas y arcillas negruzcas que comprenden vetillas de carbón de 2 á 30 cm. de grueso.

Al S. de los cerros calizos de los Otriles se levantan los erizados peñones de los Porqueros, cuyas crestas de areniscas muy duras in-

clinan 80° SO., y sobresalen á modo de paredones de 2 á 6 m. de altura. Esta fila de crestas salientes se alinea en la prolongación al SE. de las cumbres del cerro del Ladrillo y de la sierra Palacios, y nótase en ella otra prueba del modo irregular y tumultuoso con que fueron formados los depósitos hulleros de esta cuenca, pues en una misma capa la arenisca fina se hace de grano cada vez más grueso, hasta pasar á un conglomerado de guijo menudo. El cordón saliente que ellas hacen termina en el redondo cerro de las Eras Altas, á cuyo pié parece ocultarse ó extinguirse entre las areniscas la faja de caliza de los Otriles.

En la collada de Nava-Obejo la zona que comprende las capas de carbón se reduce á 300 m. de anchura, pues por el lado de P. adquieren gran desarrollo las masas de carbón y por el opuesto los conglomerados. En esta parte no son menores que en el resto de la cuenca las alternaciones estratigráficas, según se nota por ambos lados de la carretera de la Ballesta, ajustada varios kilómetros á su eje longitudinal. Por el arroyo de las Robadizas se retuercen las capas entre el O. 40° N. y el N. 30° O. con diversas pendientes meridionales; en el de la Hortezuela se tienden á los 35° O.SO. los conglomerados que enteramente le encauzan, y más al S., las arcillas carbonosas y samitas que sobre ellos se apoyan vuelven á levantarse con fuertes inclinaciones desde el arroyo del Acebuche hasta el kilómetro 43 de dicha carretera, donde se desgarran en todos sentidos y de nuevo se tienden por largos trechos.

Las capas de las minas *Luz* y *San Antonio* se prolongan por el grupo de las *Herradura*, *Herradura 2.ª*, *Juana* y *Juana 2.ª*, esta última casi toda enclavada en los conglomerados de la base, y, por tanto, inútil. En la primera se abrieron dos pocillos de investigación demasiado someros; y por las solanas del Despeñadero, junto al arroyo de las Robadizas, que desciende de Nava-Obejo, afloran cinco capas en corto trecho, dos de las cuales se exploraron en la mina *San Antonio*.

Más al SE. sigue al grupo anterior otro más extenso, pero muy poco explorado, donde se hallan las concesiones *El Puerto, El Puerto 2.°*, *La Camila, Camila 2.ª*, *Chuco Péres*, *Chuco Péres 2.°*, *Los Porros, Los Porros 2.°* y *El Puntal 2.°* Por el borde oriental de la cuenca, una parte de las dos primeras y de *Los Porros* es enteramente estéril por hallarse en los conglomerados de la base sin capa alguna de carbón; y del lado opuesto, en una fracción de *La Camila 2.ª*

y *El Puntal* 2.° penetran las calizas de la sierra de Nava Obejo, igualmente estériles.

A la izquierda del arroyo del Acebuche, á unos 600 m. al E. de la carretera de la Ballesta, se empezó á explorar un lecho carbonoso encajado entre arcillas por un pozo de 20 m. que abrió una Compañía inglesa hace unos cincuenta años, no quedando hoy apenas señales de sus escombreras, como tampoco se ven muestras de algún interés en los sitios donde se practicaron dos insignificantes pocillos cerca del cerro de los Torreros y del cortijo de Nava-Obejo. A pesar de la escasez de afloramientos de este grupo y del anterior, como están situados entre las minas *Luz*, *Confianza*, *San Antonio* y otras inmediatas á Espiel, ricas en carbón, y las no menos importantes de la Ballesta, no debe, en su conjunto, estimarse en menos de 2 m., término medio, de espesor en hulla, en una longitud de 3 km. con un término medio de 100 m. de profundidad. Relativamente á la mitad septentrional de la cuenca, esta parte es evidentemente más pobre; pero de ningún modo debe juzgarse inaprovechable.

Bajo los peñones calizos de Nava-Obejo, y como si entre ellos se incrustasen las pizarras hulleras, marcan un cabo saliente inclinadas 65° SO., incluyéndose algunos lechos carbonosos; el principal de los cuales, de un metro de espesor, se trató de cortar con una transversal de la mina *Estrella*. A 20 m. más á P. de esa labor se abrió una calicata, donde la misma capa se ramifica en tres vetas sin importancia.

Desde el cerro de los Terreros, á 600 m. al S. del citado cortijo de Nava Obejo, se deriva de las grandes masas calizas una faja que cruza á los Majadales de Loreto, al O. del mojón 44 de la carretera de la Ballesta, á lo largo de la cual hasta el kilómetro 42 se ve claramente que las capas se rasgaron por varios sitios, los conglomerados se contornean y las pizarras con siderosa litoidea se revuelven al NO. casi verticales, acabando en arco al final de ese trayecto.

En el comienzo del kilómetro 43 existen los restos de numerosas labores de la *Rosalía*, cercada á 60 m. al E. de la carretera por un un cordón de conglomerado alineado al NO.

Los citados desarreglos estratigráficos deben estar relacionados con los islotes hipogénicos inmediatos del arroyo de Juana la Mala.

Sigue á las anteriores minas otro grupo donde radican las *Evelina*, *Evelina* 2.ª y *San Rafael*, cuyo tercio oriental es enteramente estéril por caer en las cuarcitas silurianas y pizarras cambrianas; pero,

en cambio, su tercio occidental penetra hacia el eje de la cuenca, debiendo admitirse que en 500 m. de longitud con 100 de profundidad hay por lo menos 8 m. de espesor de carbón. A lo largo del arroyo de Majada Honda, que cruza normalmente las capas de la Ballesta, se cuentan los ocho afloramientos siguientes: 1.°, de 0,50 á 0,70 de grueso, á 46 m. al SO. de los conglomerados de la base, que á partir del collado de Nava Obejo van disminuyendo rápidamente de anchura y de espesor; 2.°, á 16 m. del anterior con 1,50 de potencia; 3.°, á 100 m. del 2.°, en lentejones de 3 á 4 m.; 4.°, á 34 del 3.°, con gruesos de 4 á 6; 5.°, á 84 del anterior, reducido á 0,30; 6.°, á 24 del 5.°, subdividido en tres lechos que suman hasta 3 m.; 7.°, á 60 m. del 6.°, con 5 m. de caja y 3 de carbón en algunos sitios; y el 8.°, á 82 del 7.°, con 2 m. de espesor, junto á la unión de dicho arroyo y el de los Puerros. Suma la zona de estos afloramientos un ancho de 400 m.; pero como se observan tres cambios de buzamiento, probablemente corresponden sólo á tres capas efectivas, cuyo espesor medio total no bajará de 8 m. Mas si se repara el tendido de los estratos, únicamente debe contarse con 100 m. como profundidad media explotable, pasada la cual las pizarras y cuarcitas silurianas por un lado, las calizas carboníferas por otro, estrechan y dan fin al terreno hullero.

Entre la sierra de Navafría y la carretera de la Ballesta los conglomerados de la base, en contacto directo con el cambriano, se reducen rápidamente de anchura y van desapareciendo hasta extinguirse entre las minas *Trapisonda* y *La Cruz*, donde la latitud de la cuenca apenas pasa de 500 m.

En la mina *San Rafael* se explotaron en parte las dos capas del muro, midiendo la principal 2 m. de grueso por término medio, pues en algunas secciones llegó hasta 7, y también fué cortada en la *Evelina* por un pozo de 20 m. hace tiempo arruinado.

Respecto á la calidad de carbón de estos grupos de la Ballesta, debo decir que las hullas de la capa inferior de la mina *Trapisonda* son semi-grasas y daban buen cok, al paso que la capa principal de la *San Rafael* rendia un carbón seco, aunque limpio.

La prolongada mancha de caliza de la sierra de Nava Obejo divide la cuenca en dos ramas entre la Alhondiguilla y Villaharta. La rama oriental, más importante que la otra, se prolonga por la Ballesta en las minas *Cruz*, *Descuidada*, *Trapisonda*, *Elvira*, *Capitana* 2.ª, *San Rafael* 2.° y las *Odaliscas*. La occidental comprende parte de las *Ame-*

lia, *New Castle* y *Condesa*, mucho más próximas á la vía férrea.

En la *Trapisonda* la Sociedad Iberia explotó durante treinta años importantes cantidades de carbón, y entre sus principales labores existieron el pozo maestro, á partir del cual arrancaba una galería que cortó lentejones hasta de 6 m. de grueso; el pozo de las *Tablas*, de 43 de hondo, y el de *San José*, de 35. Estos dos atravesaron, además de la anterior, otra capa de 3 m. que más al S., en la mina *Capitana*, medía 2,50, según cruzó otro pozo de 52 m. Algunas galerías avanzaron hasta 250 m. de largo; pero á pesar de la explotación que hubo relativamente activa, se sabe de cierto que los grupos de la Ballesta distan mucho de estar agotados.

Las capas hulleras se tuercen al N. 8° O., inclinando 75° O. en los confines de la *Trapisonda* y la *Salvadora*, contándose en ésta cinco de los ocho afloramientos mencionados, los dos últimos á P. de la alcantarilla del arroyo de los Puerros.

Más al S. cruza la carretera de Espiel á Córdoba otras tres minas: *La Solana*, *La Cruz* y *La Cruz* 2.ª El tercio oriental de la primera, donde se ven restos insignificantes de labores antiguas, carece de carbón, pues se comprende en los conglomerados de la base y en las cuarcitas y pizarras más antiguas que limitan la cuenca. La mitad meridional de *La Cruz* es también inútil, por ocuparla la faja caliza del cerro del Cabello; pero en el resto de las tres concesiones penetran las capas de *San Rafael* que se descubren en el arroyo de la Majada Honda anteriormente reseñadas.

Al S. de *La Cruz*, sobre la izquierda del arroyo de los Puerros, entre el cerro del Cabello y la estación de la Alhondiguilla, existe una concesión muy extensa, la llamada *New Castle*, donde en 1876 se efectuaron diversos trabajos de investigación sobre capas de hulla demasiado deleznable. Más de la mitad de la concesión se halla en terreno del todo estéril, pues en su mitad septentrional se extienden ampliamente los bancos de caliza de dicho cerro, y su tercio meridional está ocupado por el culm. El pozo maestro de esa mina llegó á 60 m. de profundidad, donde reunidas en una sola las diversas vetas carbonosas de su boca, pasaba de un metro de espesor encajada entre pudingas en el muro y areniscas con arcillas en el techo. A 150 m. más al S. de ella hay otra capa de hulla todavía menos importante; y por esta parte la rama occidental de la cuenca se reduce á una banda de 200 m. de anchura. Siguiendo el arroyo Ronquillo, á 15 m. de aquélla se ve otro afloramiento carbonoso bajo bancos de

pudinga que suman 15 m., prolongados á la umbría inmediata en el arroyo de Peñas Blancas, donde están en contacto discordante con el culm.

Entre la Ballesta y los baños de Santa Elisa de Villaharta predominan las areniscas duras y las pizarrillas deleznables hasta el kilómetro 40 de la carretera del primer punto á Villaharta, al pié del cerro del Cabello. Por allí los estratos se alinean según un anticlinal, en cuyo vértice asoma el islotillo de diabasa que desgarró y limitó el sistema con la aparición de otras formaciones anteriores, sucediéndose los estratos del modo siguiente:

1—Anfibolitas pizarreñas.
2—Micacitas blandas.
3—Filadios cambrianos.
4—Cuarcitas silurianas.
5—Caliza carbonífera fosilífera.
6—Conglomerado hullero deleznable de cantos desiguales, denudados en 30 m. de espesor por el barranco Ronquillo.
7—Serie hullera de la Ballesta.

A 360 m. al S. 22º de la casa de peones camineros del kilómetro 40 de la carretera de Espiel á Córdoba, se halla el punto de partida de la mina *San Francisco*, donde la capa 3.ª ha sido explorada con espesores que varian de 0,30 á 4 m., generalmente muy mezclada la hulla con borrasco, teniendo en el techo una pizarra verdosa algo clorítica, parecida á la cambriana, pero que sin duda tiene tal apariencia por la proximidad del islote hipogénico inmediato.

Según se indica en la fig. 18 de la lám. 2.ª, entre el Guadiato y Villaharta, el hullero se divide en dos ramas separadas por un cordón de caliza, prolongación al SE. de la mancha del cerro del Cabello. La rama occidental está limitada por el culm, al que se sobreponen invertidas las cuarcitas y pizarras silurianas en contacto de un dique porfídico; y la rama oriental está cortada por un banco de cuarcita que la separa del estrato-cristalino.

La rama oriental con que termina bifurcado el sistema en el término de Villaharta, se muestra por las Todas y las solanas del Sacristán con gruesos bancos de conglomerado, que con las areniscas se extienden entre la fuente de la Lastra y 500 m. al S. de dicho pueblo. En la cañada del Moralejo, entre el cerro del Peñón y los Morros, se retuercen al E.NE. con 50º de inclinación septentrional; y junto á la Fuente Agria se desgarran y pliegan de mil modos hasta

su contacto con el estrato-cristalino que le interrumpe en el kilómetro 27 de la carretera de Córdoba, al pié del castillo del Vacar, donde terminan con las pizarrillas obscuras del culm. La trocha que llaman de Doña Elisa á Don Elías coincide próximamente con la separación del estrato-cristalino y del hullero.

La via férrea de Belmez á Córdoba cruza cerca del límite occidental del hullero, entre la estación de la Alhondiguilla y la del Vacar. Desde el kilómetro 44 al 43 continúan las pizarras del culm; en el 41 tuerce al NE. el buzamiento de los estratos, que se hace casi exclusivo hasta el 39, donde se restablece el opuesto, mantenido en los 38 y 37, si bien las pizarras están rizadas en todos sentidos, intercalándose, aunque escasas, algunas areniscas muy arcillosas; y de 100 á 300 m. más al E. asoman los conglomerados inferiores que se desgarran en los kilómetros 36 y 35, dejando paso á las talquitas verdosas arrugadas del estrato-cristalino. A 200 m. antes del kilómetro 33 se vuelven á cortar los conglomerados de la base con intercalaciones de pizarras silíceo-arcillosas, que se confunden con las del culm hasta el Vacar.

III

DATOS INDUSTRIALES

Entre los datos industriales relativos á esta cuenca examinaré previamente los antecedentes históricos, la calidad de los carbones, los sistemas de labores que se siguen en las minas principales, los cuadros de producción y de los gastos de explotación, terminando con algunas consideraciones relativas al mejor aprovechamiento de las minas que yacen todavía abandonadas.

Antecedentes históricos.—Insignificantes fueron las cantidades de carbón que los herreros del país arrancaban en esta cuenca á fines del siglo pasado, hasta que en 1790 comenzó una explotación de algún interés con destino á la caldera de la máquina de vapor que en Almadén se instaló en el pozo maestro de *San Teodoro*. Nueve años después cesó su arranque, pues á causa de la imperfección de los medios de transporte, no bajaba de 76 pesetas el precio de la tonelada de hulla puesta en dicho punto.

Uno de los sitios en que más se trabajó fué en los afloramientos de Espiel, donde después se registró la mina *Luz* y donde las gentes del pais arrancaban libremente cuanto carbón querian, hasta el año 1843, en que un vecino de Écija, D. Manuel Rodriguez de Cabeza de Vaca, hizo unos cuantos registros por la cuenca. En la misma época la Compañía de los Santos, fundada para beneficiar los criaderos metalíferos del pais, denunció dos minas de carbón con objeto de surtirse del que necesitase para sus hornos, y por entonces se abrieron las primeras labores en la mina *El Terrible*, así llamada por el nombre de un perro, que, escarbando el terreno en busca de una pieza de caza, descubrió una gran mancha de hulla.

En 1847 la *Sociedad Unión ferro-carbonifera* tuvo el proyecto de aplicar los carbones de esta cuenca al beneficio del hierro en altos hornos; pero al año siguiente suspendió sus trabajos de exploración, volviendo á desaparecer la animación que por poco tiempo se habia inaugurado en el valle del Guadiato.

En 1851 se empezó á trabajar en la mina *Santa Elisa* por cuenta del Conde de Torres Cabrera, quien traspasó sus derechos á la casa Larios, Loring y Heredia, de Málaga; en 1860 se formó la Sociedad

Fusión carbonífera y metalúrgica de Belmez y Espiel, y cinco años después se constituyó en París la *Houillère et Metalurgique de Belmez*, que reemplazó á la de los *Santos* é imprimió grande impulso á los trabajos aumentando mucho la producción.

A principios de 1868 terminó la construcción del ferrocarril de Belmez á Almorchón; mas por desgracia, tan fausto suceso coincidió con la explosión de gas ocurrida en *Santa Elisa* el 1.° de Abril del mismo año, con cuyo motivo quedaron en suspenso los trabajos de esta mina hasta 1871. En este año la *Hullera y Metalúrgica de Belmez* montó la fábrica de aglomerados, utilizando las inmensas cantidades de menudo que tenía acumuladas junto á las bocas minas; y en el año siguiente la *Fusión* montó otra fábrica análoga en Cabeza de Vaca, contribuyendo mucho al aumento de producción de ambas Sociedades la apertura del ferrocarril de Belmez á Córdoba en Septiembre de 1873.

En 1877 el Sindicato de los Sres. Loring, Larios y Heredia se hizo dueño de las minas de la *Fusión*, que pasaron á poder de los ferrocarriles Andaluces cinco años después, agregando á las minas *Santa Elisa* y al grupo de Cabeza de Vaca, por las que pagó 4.000000 de pesetas, las minas *Ana* y *Pequeña* con 20 hectáreas que costaron 325000 francos.

Se fundó la *Sociedad Hullera y Metalúrgica de Peñarroya* en 1881, inaugurando la gran fábrica de fundición de plomo; y doce años después se fusionó con la de Belmez, aumentando su capital desde 5 á 10.000000 de francos.

En el mismo año 1881 empezó la explotación del grupo de *Santa Isabel*, de Belmez, que aumentó su producción en los años sucesivos, pasando en 1894 á poder de la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante, la cual emprendió activas labores hasta 1898 en que se suspendieron. Por el mismo tiempo, es decir, de cinco años á la fecha, se desarrollaron también los trabajos é instalaciones del *Porvenir de la Industria* en el extremo septentrional de la cuenca, que en 1899 pasó á manos del Banco de Castilla.

En 6 de Junio de 1887 los Sres. Romá, O'Shea y Rubaudonadeu adquirieron de la Sociedad Manchega, Bética y Vizcaína el grupo de las ocho minas del *Gitano*, con una extensión de 198 hectáreas, que pasaron en 1900 á poder de la Minera y Metalúrgica de Peñarroya, la cual compró poco después por 12.000000 de francos todas las concesiones de la Compañía de los ferrocarriles Andaluces, con cuyas

acertadas adquisiciones ha llegado á ser la principal propietaria de la cuenca.

En 1900 la propiedad minera de la cuenca se halló dividida entre las Sociedades siguientes:

1.ª Sociedad Manchega, Bética y Vizcaína, domiciliada en Sevilla, y cuyas minas están señaladas en el plano con la letra *A*.

2.ª Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, establecida en París, cuyas minas están marcadas en el plano con la letra *B*.

3.ª Compañía de ferrocarriles Andaluces, cuyas minas se indican con la letra *C*, y cuyas concesiones pasaron á poder de la anterior.

4.ª Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante.

5.ª Grupo de *El Porvenir de la Industria*, adquirido por el Banco de Castilla.

6.ª Sociedad Iberia.

7.ª Varios propietarios.

Calidad de los carbones.—Esta cuenca presenta hullas de todas clases, desde las más grasas y bituminosas que predominan en su centro entre Belmez y Peñarroya, hasta las más secas y antracitosas, según se deduce de las cifras de composición que más adelante se marcan. Al NO. de Peñarroya, desde el arroyo de la Parrilla á Fuente Obejuna, son secas, antracitosas y arden con dificultad; en *El Terrible* y *Santa Elisa* suelen ser de pocas cenizas, grasas, á propósito para fraguas, fabricación de gas y de coke; las semi-grasas de llama larga abundan entre Belmez y Espiel, y en este término se hacen más secas y se aglomeran difícilmente al aire libre. En especial, las de *Santa Elisa* son negras, brillantes, compactas, de textura laminar, con algo de pirita; producen gran cantidad de grueso, de combustión un poco lenta, arden con llama brillante, se aglutinan, dan coke resistente y cenizas rojas arcilloso-calizas. Las de Cabeza de Vaca son de combustión viva, con llama larga buena para reverberos, y producen gran cantidad de vapores bituminosos, coke ligero, cavernoso, bastante tenaz y cenizas blanquecinas, siendo de combustión más rápida las de las capas 3 y 4, que se aglomeran más y rinden coke más fuerte.

La dureza de los carbones varía mucho, pues existen desde los más terrizos y deleznables hasta los más duros. Capas hay formadas de tres lechos, uno de hulla dura en el medio y los otros dos blandos; y en las de mayores espesores se suelen hallar nódulos que por su te-

nacidad merecen el nombre de *acerados*, entre otros que se deshacen con más del 70 por 100 de menudo.

La composición de diferentes muestras es la siguiente:

MINAS	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.
Terrible	65,00	30,00	5,00
Segunda Terrible	75,00	13,00	12,00
Santa Elisa	65,85	31,98	3,47
Cabeza de Vaca 1.ª	51,80	41,40	6,80
— 2.ª	50,60	43,20	6,20
— 3.ª	48,40	40,60	9,00
— 4.ª	55,40	42,00	2,60
Porvenir de la Industria	78,85	15,65	5,50
Confianza (Espiel)	57,20	38,80	4,00
Luz y Llama (ídem)	62,95	33,55	3,40
San Rafael	56,60	39,60	3,80
Trapisonda	65,16	28,20	3,08

Comparadas las potencias luminosas y la producción de coke de los carbones de Belmez con los de Barruelo y Puertollano, se obtuvieron, según el Sr. Brard, los siguientes resultados:

	Santa Elisa.	Barruelo.	Puertollano.
Metros cúbicos de gas por 100 kilogramos	32,00	28,94	30,78
Potencia luminosa	179,60	195,29	128,22
Coke	74,00	74,58	65,60

Sistema de laboreo.—El extraordinario espesor que en varios puntos de la cuenca tienen las capas de carbón, ha exigido como regla general la explotación por los métodos de grandes tajos con relleno, ya ascendentes, ya descendentes, á veces combinado con el de huecos y pilares, y en algunas minas precedido de rozas á cielo abierto. Para hacernos cargo de los procedimientos que se han seguido en el laboreo de esta cuenca, hablaremos en primer término de las minas más importantes cuyos trabajos se vienen efectuando de una manera continua desde hace muchos años.

Hace medio siglo próximamente, cuando empezó la explotación en grande escala de la mina *Terrible*, en vista del enorme espesor de sus afloramientos se abrieron grandes tajos á cielo abierto, á los que siguió el laboreo por el sistema de grandes huecos y pilares, con abandono de cerca de las tres cuartas partes del carbón en los trabajos subterráneos. Después se utilizó este combustible arrancándolo hasta los 50 m. de profundidad con otra corta ó roza de que todavía quedan grandes señales al pie de Lugar Nuevo.

En cuanto fué necesario profundizar más de esa altura, se recurrió imprescindiblemente al método actual de disfrute, ó sea por tajos horizontales, en unos sitios ascendentes y en otros descendentes, dividiendo la capa en pisos de 30 m. de altura por medio de galerías generales de dirección que arrancan de las transversales previamente abiertas desde los pozos maestros.

Según donde más convenga, esas galerías se abren en el lado del yacente ó del pendiente dentro de la roca de la caja, á unos 10 m. del criadero, para darlas solidez y preservarlas de los estragos de los fuegos que suelen ocurrir. De 100 en 100 m. se establecen pocillos interiores ó *balanzas* para comunicar dos ó más pisos contiguos, efectuar la salida de los carbones y la entrada de los rellenos, y para arreglar la ventilación según más convenga. Para evitar desgracias se procura que los pocillos no se correspondan en vertical con sus análogos de los pisos superiores.

Se divide después cada piso en fajas horizontales de 2 m. de altura, estableciendo una galería de dirección para el transporte del carbón en el respaldo correspondiente á las balanzas, y otra semejante en el opuesto, destinada al acarreo del relleno. A distancias que varían de 30 á 50 m. se comunican estas galerías por medio de otras normales, formándose de este modo una serie de macizos de dicha altura de 2 m., cuya latitud corresponde al grueso de la capa. Como éste es muy excesivo en casi toda la concesión, todavía se subdividen estos macizos en otros de disfrute que suelen tener 10 m. de anchura.

El disfrute se efectúa combinando los tajos horizontales con los de través, los grandes tajos y los tajos inclinados, según la consistencia de la caja. Cuando ésta es poco resistente, las fajas horizontales de los macizos se explotan con galerías transversales de 2 m. de anchura que parten de la general de transporte y terminan en la paralela opuesta á esta del otro respaldo. Terminado el arranque de

este trozo, se retira la madera que pueda sacarse sin peligros de hundimiento, y se rellena en seguida, abriéndose á continuación la siguiente galería de disfrute.

Si la consistencia del terreno lo permite, el método horizontal descendente se combina con el de grandes tajos, que se abren, según la dirección, con un frente de 10 m., llevando inmediato el relleno, que de trecho en trecho se sostiene con muros en seco ó pedrizas. El relleno es arcilloso y se apisona fuertemente; el arranque se hace en retirada, es decir, marchando desde los límites del campo de explotación hacia su balanza correspondiente, es decir, acortando la distancia; y cuando se principia el disfrute de una faja, se comienza la preparación de la contigua inferior.

A veces, en vez de ser descendente, el arranque es ascendente, suprimiendo los pocillos del relleno de escombros; y en este caso, desde el pocillo balanza se abre una transversal al criadero y se establece la faja superior, á la que sigue un rebajo de 2 m. para la inferior: Después, en orden ascendente, antes de que termine la explotación de esta última, se prepara la siguiente, para lo cual se realza con relleno la anterior. De este modo cada traviesa, sucesivamente modificada, sirve para explotar tres fajas, ó sean 6 m. de altura, resultando, por lo tanto, cinco entrepisos, cada uno de los cuales se explota en sentido ascendente, si bien en conjunto la explotación es descendente, puesto que el 5.° entrepiso se arranca después del 4.°, éste después del 3.°, etc.

Siempre que la consistencia del carbón lo permite, se combina el método horizontal ascendente con el de tajos inclinados, efectuándose el arranque por grupos de dos fajas. Para esto se abre en una faja la galería general de relleno por el lado del techo, y en la siguiente inferior la de transporte de carbón por el lado del muro, se comunican ambas por otra inclinada, y á partir de ésta se lleva el tajo paralelo al talud del terreno. Antes que se acaben de rellenar ambas fajas, se realza la galería del relleno ó se abre desde ella otra en la faja superior, de modo que no se corresponda en la misma vertical, y en el respaldo opuesto otra análoga á la anterior del transporte de carbón, ambas 4 m. más altas que las dos primeras, y entre las cuales comienza el arranque del segundo tajo inclinado, al que sigue de idéntica manera la preparación del tercero, y así sucesivamente hasta terminar el disfrute de todo el piso.

En algunos sitios donde, por excepción, se reduce el espesor de la

capa á menos de 2 m., se explota ésta por testeros con entrepisos de 10 m. de altura, sirviendo la galería superior para la entrada de rellenos y la inferior para la salida de carbones.

El pozo *Montera* de la mina *Terrible* tiene 105 metros de profundidad, y sirve para la extracción, entrada del aire y de obreros. Se cuentan cuatro pisos: el 1.°, á 40 m. término medio de la superficie, y el 2.°, á otros 40 más, se hallan explotados. El 3.°, sito á 20 m. más abajo, está en explotación; y el 4.°, á otros 30, se halla en preparación.

Consta *Santa Elisa* de dos grupos: *Santa Elisa* y *Santa Ana*. En la 1.ª el pozo principal es el *Camondo*, que tiene 267 m. de profundidad, 5 m. de luz, una máquina de 250 caballos, y sirve para la extracción, desagüe, entrada de aire y de obreros. En *Santa Ana* hay tres pozos en activo servicio: el núm. 7, que se emplea para la extracción con una máquina de 110 caballos; el núm. 6, que se utiliza para la ventilación y bajada de rellenos, y el núm. 1 ó pozo *Loring*, que sirve para la entrada y salida de obreros. Ambos grupos se comunican interiormente en los pisos 12 y 16, entre los cuales se efectúa actualmente la explotación, pues los niveles superiores están agotados.

Los variados accidentes y multiplicadas ramificaciones de la capa principal de *Santa Elisa* exigen que ésta sea explotada por métodos diversos según las inflexiones de sus brazos principales, designados con las letras *A*, *B*, *C*, *D* y *E*. El brazo *C*, considerado como capa distinta, aunque en rigor no lo es, permite el laboreo inclinado á causa de su excepcional regularidad; y al efecto, se divide por medio de planos paralelos á su inclinación en fajas de 2m,25 de espesor normalmente á la estratificación y por medio de galerías generales en pisos de 9 m. de altura. Para establecer la ventilación se abre la primera galería sobre el muro ó yacente; sigue luego el arranque por grandes tajos longitudinales, llevando el frente recto ó escalonado, se fortifica provisionalmente, y se va rellenando con escombros á distancias convenientes de los tajos. Terminada la explotación de una faja, se comienza de igual manera la de la contigua que tiene por yacente el escombro del relleno de la anterior y por pendiente el carbón de la que sigue, y así se continúa hasta explotar en el mismo piso hasta el techo de la capa.

Los otros brazos, ó sean las capas *A*, *B*, *D* y *E* de *Santa Elisa*, se explotan por *plantas horizontales*, esto es, por el método de fajas ho-

rizontales ascendentes. Los pisos miden 40 m. de altura, limitados por galerías generales de transporte, abiertas fuera del criadero, en el respaldo que más conviene. Cada dos de ellas están dispuestas de modo que la inferior comunica con el pozo de extracción y sirve para dar salida al carbón de los tajos y entrada al aire para la ventilación, mientras que la superior recibe los rellenos y da salida al aire por el pozo de ventilación. De este modo el transporte del carbón y de la zafra se hace por vías distintas.

Cada piso se divide en cuatro entrepisos de 9 m. de altura, y cada entrepiso en cuatro fajas horizontales de 2^m,25 de grueso cada una. La preparación de un entrepiso se hace en su faja inferior abriendo dos galerías de dirección de techo y muro, que de 10 en 10 m. se comunican entre sí por otras normales, y se distribuyen entre todas las corrientes de ventilación por medio de puertas convenientemente dispuestas, según la marcha de las labores. Cuando en cada piso termina el período mixto de preparación y disfrute, quedando la faja dividida en macizos de las dimensiones expresadas, se fraccionan éstos por galerías intermedias equidistantes entre el techo y el muro, y el arranque del carbón se efectúa en retirada, avanzando desde el extremo del campo de labor hacia las transversales por medio de grandes tajos. El arranque se hace de día y el relleno por la noche, quitando antes de colocar éste toda la madera que se pueda utilizar.

Cuando una planta se halla explotada y rellena, se pasa á la inmediata superior y en ella se repiten los dos períodos de preparación y disfrute. Las diferencias de nivel que resultan se ganan con rampas ó planos inclinados de 15° de pendiente, en la cabeza de los cuales se colocan tornos de freno; y cuando el desnivel excede de la altura de un entrepiso, se establecen balanzas automáticas en pozos verticales, mamposteados, de 3^m,15 de diámetro.

En cuanto una faja se explotó y se rellenó en una longitud de 15 m. desde el pocillo que comunica dos pisos contiguos, se abre una galería en la planta superior, para que al agotarse la faja de abajo esté terminada aquélla y principie inmediatamente el disfrute de los macizos contiguos, llevándose constantemente escalonada la explotación de los entrepisos.

Actualmente explotan en *Santa Elisa* entre los pisos 12 y 16, y en este último hay una galería general de 125 m. sobre la rama *A* y otra de recorte á la *C* de 150 m., que cruza pizarras duras de grano fino.

La explotación de las capas de *Cabeza de Vaca* se efectúa por el método *á través*. Desde el pozo maestro se tiran traviesas cada 40 m. de profundidad que cortan las cuatro capas, siendo la 1.ª y la 4.ª las que se laboran. Una vez cortadas, se abren en ellas galerías de dirección que marcan los pisos, y otras inclinadas que determinan los cuarteles ó campos de labor; y cada piso se divide en tres entrepisos por medio de dos galerías horizontales auxiliares, que se enlazan entre sí y con las generales por medio de otros pocillos que dividen el criadero en macizos.

Con esta preparación se llega al límite del campo de explotación, en cuyo momento se empieza en retirada el disfrute de los macizos por medio de la labor á través, arrancando desde el pendiente al yacente. La explotación es descendente en los pisos y entrepisos, y ascendente en cada uno de los macizos.

La entibación provisional se hace con peones y galápagos, y el relleno marcha 10 m. más atrasado que el arranque, de modo que casi termina en un mismo día la explotación de una faja; y como antes de concluirse ésta ya se ha abierto la galería de dirección de la faja que sigue en altura, los operarios excedentes de aquélla pasan sin interrupción á la inmediatamente superior, y nunca se suspende ni disminuye la producción. Esta rapidez de la explotación de las capas proporciona la ventaja de no causar mucho menudo; y al propio tiempo, las galerías de dirección de cada faja se abren de modo que no se correspondan en vertical, con lo cual se obtiene mayor solidez en las labores.

El descenso del carbón de los tajos se efectúa por planos inclinados automotores, cada uno de los cuales sirve para un campo de labor de 350 m. de longitud. Los rellenos del exterior se bajan por balanzas con jaulas y un regulador hidráulico.

Existen en *Cabeza de Vaca* los siguientes pozos: el *Cánovas*, de 255 m. de profundidad, que sirve para la extracción, el desagüe y la entrada de aire, estando servido por una máquina de 200 caballos; el núm. 1, de 220 m., para la bajada de rellenos y madera y salida del aire, con una máquina de 30 caballos; los números 1 y 3, de 80 m. cada uno, que se rellenaron hace tiempo; el núm. 10, de 100 m., que hoy está fuera de servicio; el núm. 4, que avanzó á los 140, y que tampoco sirve en la actualidad, y la balanza Norte ó pozo *Paseo*, de 180 m., por donde también se introduce madera y relleno.

Procedimientos de explotación idénticos á los descritos se siguen en otras minas de la cuenca que actualmente se trabajan.

En estos dos últimos años se han activado muchos de los trabajos de la *Segunda Terrible*, sita á la izquierda del arroyo la Parrilla, y en ella se explotó la capa principal á cielo abierto hasta la profundidad de 28 m. en 80 de longitud en que alcanzaban los extraordinarios gruesos anotados. Se cuentan actualmente cinco pozos. A 60 m. al S. de dicha capa, atendiendo á su buzamiento meridional, se abrió el maestro, de 3,80 de diámetro, y cuyo avance es de 60. El pozo *Parrilla*, de 55, se destina á bajar los carbones arrancados á cielo abierto por medio de una palanca: el núm. 1 tiene las escalas de bajada; el 2 es otra balanza de carbón, y el 3 sirve para la entrada de rellenos. La explotación se efectúa con relleno completo por tajos rectos de 2 m. de altura y 4 de longitud. En estos últimos años se desmontaron á cielo abierto grandes cantidades de carbón. En la mina *Santa Isabel*, cuyos trabajos se suspendieron el año anterior, se hacía también la explotación en grandes tajos de 2m,30 de altura con relleno; y donde las capas estrechaban, se llevaba de frente un macizo de 10 m. en testeros inclinados. Las labores quedaron pendientes entre los 120 y los 210 m. de profundidad.

En la *Calera* existen dos pozos maestros, explotándose actualmente en el 7.° piso á 102 m. de profundidad, y en el que hay una galería general de transporte de 180 m. de longitud. Para el arranque se divide la capa en macizos de 10 m., que se cortan con tajos descendentes, dejando 4 m. de refuerzo que se beneficia en retirada con relleno completo.

Cuadros de precios de los gastos de explotación.—Todos los servicios que se pueden subastar, se efectúan por contrata en todas las minas de esta cuenca; pero los precios fluctúan entre límites muy variables, según las diversas circunstancias. Como base para los gastos de mano de obra, se tiene en cuenta que el jornal medio de los obreros en los trabajos del interior oscila entre 3,20 y 3,75 pesetas, según los grupos y la clase de labor, y en el exterior de 2,35 á 2,50, resultando en conjunto 3,40 como promedio total. Se tiene en cuenta, además, que el efecto útil del picador de carbón no pasa de 2 1/2 toneladas.

En estos últimos años los tipos de contrata son los siguientes en pesetas:

Pozo de 3m,80 de diámetro, metro de profundidad.....	250
Galería en estéril, metro de avance..... variable de 10 á	30
Idem en carbón..............................	10

Oscila entre 9 y 12 pesetas el gasto de explotación por cada tonelada de hulla producida, según se indica en el cuadro siguiente para los principales grupos donde se ha trabajado:

	Terrible.	Santa Elisa.	Cabeza de Vaca.	Santa Isabel.	Segunda Terrible.
Arranque y carga................	1,50	1.60	1,50	1,90	1.25
Entibación......................	1,90	1,46	3,75	1,50	2,00
Relleno.........................	0,84	0,90	1,00	2,00	0,65
Transporte interior.............	1,00	0,47	1,00	0,50	0,75
— exterior..............	0.20	0,13	0,20	0,15	1,00
Ventilación y alumbrado..........	0,22	0,23	0,25	0.25	0,20
Extracción y desagüe.............	0.72	0,69	2,30	1,07	0,40
Investigación....................	0,34	1,50	2,00	1.75	1,00
Amortización del capital y diversos..	2.81	0.50	0,50	2,21	0,60
TOTALES..............	9,47	9.00	12,70	11,33	7,50

Estas cifras sólo pueden representar un promedio aproximado, pues si bien hay partidas que en varios quinquenios apenas tienen alteración, en otras las diferencias son grandes entre un ejercicio y el anterior ó el siguiente. El concepto que en mayor proporción hace variar el coste de la tonelada, es el de los fuegos. Años hubo, por ejemplo, en que hizo aumentar en el *Terrible* más de dos pesetas el coste de tonelada, al paso que en otras minas en nada gravó el precio total; y por el contrario, en otros apenas se gastó en la citada mina por ese concepto, mientras que otros grupos salieron muy perjudicados. Así, por ejemplo, en 1880 los fuegos hicieron gastar 3,10 pesetas por tonelada en *Cabeza de Vaca*, mientras que en el *Terrible* figuraron por la insignificante suma de 0,04.

Como ampliaciones de estos datos se agregan los siguientes, relativos á la mina *San Miguel*, que si bien algo antiguos, están escrupulosamente comprobados:

Arranque	1,03
Transporte interior	1,02
Extracción	0,81
Limpia y escogido	0,26
Entibación	2,09
Trabajos preparatorios	0,52
Descombros de hundimientos	0,23
Desagüe	0,51
Rellenos	1,70
Transporte exterior	1,00
Carga y maniobras	0,31
Dirección y administración	0,93
Amortización y diversos	0,59
TOTAL PESETAS	11,00

Proporcionalmente á otras cuencas, obsérvase que el gasto más excesivo es el de la madera, cuyo tipo medio por tonelada pasa de 2 pesetas, es decir, casi doble que en Asturias. La única madera que se emplea para la entibación es la de pino, procedente en su mayor parte de Portugal y de la provincia de Huelva, con algunas partidas de la sierra de Córdoba. Los precios corrientes en pesetas son lo los que siguen:

Palos de $2^m,30$	de 1,15 á 1,60
— de 3^m	2,50
Tabla de $1^m,10$	0,25
— de $1^m,30$	0,31
— de $1^m,50$	0,35
— de 2^m	0,48

El mayor gasto en madera ocurre en *Cabeza de Vaca*, donde llega por tonelada á la extraordinaria cifra de 3,75 pesetas, y el menor es el de *Santa Elisa*, donde no pasa á 1,46.

La fortificación de galerías se hace en *Cabeza de Vaca* con portadas de madera, constando de dos pies derechos y una montera en la parte superior, pues á causa de la blandura del techo y muro de las capas y la presión fuertísima, no pueden ponerse en toda la mina medias portadas ni estemples solos. Por regla general, en las primeras plantas se colocan los cuadros á distancia de $1^m,50$ uno de otro; en las demás, cuando el despilaramiento se efectúa rápidamente, vienen á estar de $1^m,25$ á un metro. En las galerías de los pisos superiores y

en las de relleno la presión es tan fuerte, que se considera como máxima la distancia de $0^{m},50$ entre dos cuadros. La fortificación con mamposteria no se usa más que en los pozos maestros de extracción y relleno, y en los trabajos de aislamiento de fuegos.

Se acerca á 2 pesetas el costo de madera en la *Terrible*, donde tanto por el extraordinario espesor de la capa principal, cuanto porque el carbón es poco consistente, se necesita una entibación fuerte que se ejecuta con portadas enteras en la casi totalidad de galerías hechas en carbón, y no bastando aún para contener las presiones del terreno, se añaden encostillados y encamaciones, lo cual ocasiona un gasto de madera muy notable.

A la madera sigue en orden de importancia el gasto por rellenos que en algunas minas, como *Santa Isabel*, ha llegado hasta 2 pesetas por tonelada, si bien debe tomarse el tipo de *San Miguel*, ó sea 1,70 como promedio. La abundancia de tierras y de pizarrilla blanda que hay en la cuenca permiten que los rellenos sean de excelentes condiciones, y que se apisonen perfectamente donde el cierre de las labores tenga que ser completo; pero pasa de un tercio la parte de rellenos de piedra, para cuyo arranque y transporte es necesario gastar cantidades de alguna consideración. En la *Calera* se paga por arranque 0,80 el metro cúbico de piedra, y á una peseta por arrastre, entrada y colocación.

Como un producto no del todo insignificante que contribuye á rebajar el gasto del relleno, es el aprovechamiento de parte de la madera empleada en las entibaciones. En la *Calera* se paga á 50 céntimos el arranque de los palos largos, á 25 el de los cortos y á 6 el de las tablas.

Varía entre 4 y 7 kilos el peso por metro lineal de las barras de acero para las vías interiores, siendo de 7 á 9 el de los carriles de las exteriores y puede estimarse entre 3 y 4 pesetas el coste del metro de vía. En el *Terrible* las vías interiores son de 60 cm. de anchura, y se forman con carriles de acero de Bilbao, que van generalizándose por todas partes.

El gasto del transporte interior oscila entre 0,47 y una peseta por tonelada, acercándose más á esta segunda cifra, que se debe tomar como promedio en las explotaciones que se sucedan. Generalmente el arrastre se efectúa en vagonetas de hierro cuyas capacidades oscilan alrededor de media tonelada. En la *Calera* son de la cabida de 400 kilogramos de carbón; en el *Porvenir de la Industria* el arrastre in-

74

terior se paga á 50 céntimos por vagoneta de un cuarto de tonelada, lo que hace elevar á aquél á uno de los tipos más altos [1].

En la *Terrible*, el transporte de carbón desde los tajos donde lo arrancan, unas veces con picos y más generalmente por medio de dinamita en barrenos de 0,60 metros, se hace arrojando el combustible por unos coladeros inclinados hasta la galería de arrastre, en donde existe un ferrocarril de 0,50 m. de anchura. Los vagones son todos de palastro, y su cabida es de 450 kg. de carbón. Las galerías generales de transporte se hallan abiertas en estéril, según se dijo, paralelamente á la dirección de la capa.

En una galería situada en la capa núm. 2 del pozo *Parent*, existe un plano inclinado automotor de dos vías de 50 m. de longitud y 25° de inclinación. Situado ese pozo á 646 m. O. del núm. 2, se abrió con objeto de reconocer las capas núms. 1 y 2 y las *A*, *B* y *C*. Su sección es circular, de 4 m. de diámetro; está revestido de ladrillo en toda su longitud, y no tiene más que un compartimiento para las dos jaulas de extracción, que son metálicas y de un solo piso. Van guiadas por listones de pino; en cada una se colocan dos vagones, y están provistas de paracaídas Libotte.

Las vagonetas que se usan en *Cabeza de Vaca* son cilíndricas, descansan en su cara anterior y resbalan sobre dos ó tres ruedas, teniendo su eje de giro en la cara posterior. La distancia de los centros de gravedad antes y después del giro es de 5 cm., y el esfuerzo del obrero es constante é igual á 50 kg.

Es regla general que en las minas se construyan las vagonetas que necesitan, trayendo de Córdoba ó directamente del extranjero el rodamen de hierro fundido endurecido ó de acero. En el *Porvenir de la Industria* cuesta cada una á razón de 100 pesetas.

Grandes diferencias se notarán en el precio por tonelada del transporte exterior. El tipo más bajo de 13 céntimos corresponde á *Santa Elisa*, que tiene un servicio de trenes perfectamente organizado para trasladar sus carbones á la estación de la Vega por un ramal de enlace de vía ancha de 9 km., que permite trasladar á la red general los vagones cargados de 10 toneladas.

En *Cabeza de Vaca* las vías exteriores é interiores son de $0^{m},535$ de ancho, midiendo las primeras un desarrollo total de 2050 m. y las segundas el de 8180.

(1) El enganche por vagoneta se estima en 5 céntimos (*Calera*).

El transporte exterior de los carbones del *Porvenir de la Industria* se efectúa por una vía de 50 cm. de anchura que de la boca-mina va al ferrocarril de Almorchón á Belmez (km. 52). Su coste fué 120000 pesetas, incluyendo 20 vagonetas de un cuarto de tonelada y dos máquinas de la casa belga Guillet. Estas son de 5 toneladas, y su precio se estimó á 12000 pesetas cada una.

Los carbones de la *Segunda Terrible* se arrastran por un ramal de 420 m. y de uno de anchura, que los conduce con las mismas máquinas de la línea de Fuente del Arco á los muelles de Peñarroya. Se aprovecha parte de los menudos de esta mina mezclando 10 por 100 de ellos con los del *Terrible* para los hornos de cok, y el grueso y todo uno se libran directamente al mercado.

Diferencias muy grandes también se reparan en los precios por extracción y desagüe, pues mientras hay minas, como la *Segunda Terrible*, donde no pasa el coste por tonelada de 0,40, llega en *Cabeza de Vaca* á la cifra extrema de 2,50. Como promedio se pueden admitir las cantidades relativas á la mina *San Miguel*, que marcan 0,81 para la extracción y 0,51 para el desagüe. Natural es que estas dos partidas sean las más variables hasta para una misma mina, pues dependen del mayor ó menor desarrollo de labores, de las muy distintas profundidades que se alcancen, y de la mayor ó menor actividad que se imprima á los trabajos. El tipo mínimo de la cuenca es el de la *Calera*, cuya mina produce actualmente 20 m. cúbicos de agua diarios en tiempo seco y de 25 á 30 en tiempo lluvioso, efectuándose el desagüe por jornal y en cubas. En el *Porvenir de la Industria* se desagua por medio de cubas de un m. cúbico de cabida. El pozo núm. 3 es el que sirve para el desagüe del *Terrible*. En *Santa Isabel* se sacaban en cubas que subían por la jaula los 50 á 60 m. cúbicos diarios del agua recogida, verificándose la extracción durante la noche en que cesaba ó disminuía mucho la del carbón. El pozo maestro *Camondo* de *Santa Elisa*, que sirve, como se dijo, para el desagüe de este grupo y de su inmediato *Santa Ana*, tiene á 250 m. de profundidad una máquina para ese objeto, saliendo el agua por una tubería de 7 cm. de diámetro.

En un principio se hacía el desagüe de las labores del *Terrible* con cubas metálicas de 1600 m. cúbicos de cabida; pero en el día se emplean cajas metálicas de 76 cm. de ancho y 75 de altura, en cuyo fondo existen dos válvulas de hierro. La máquina que hay al servicio del pozo *Parent* es horizontal, de dos cilindros conjugados, sin expansión ni condensación, con una fuerza de 30 caballos.

La cantidad de agua que produce la mina de *Cabeza de Vaca* es muy variable, pues en invierno asciende á 120 m. cúbicos diarios, mientras que en verano se reduce á una sexta parte. Excepto una pequeña cantidad que va al pozo núm. 1, todas las aguas se recogen en el de *La Torre*, de donde son extraídas por cubas de hierro de 500 litros de cabida.

La mayor uniformidad de gastos en todas las minas de la cuenca es por el concepto de ventilación y alumbrado, pues sus precios sólo oscilan entre 20 y 25 céntimos de peseta por tonelada. La excesiva cantidad de grisú que en casi todas las minas se produce, exige el empleo de lámparas de seguridad, al propio tiempo que una ventilación muy enérgica por medio de máquinas potentes. Así, por ejemplo, en la mina *Santa Elisa* hay un ventilador del sistema Guibal que mide 9 m. de diámetro por 2 de ancho, y que aspira del interior hasta 600 m. cúbicos de aire por minuto en cuanto da 50 vueltas en ese tiempo; es movido por una máquina de 40 caballos, y se halla instalado en el pozo núm. 8. El ventilador del *Terrible* es del sistema Ser; tiene $2^{m},50$ de diámetro, y el pozo en que está situado, que también sirve para la entrada de rellenos, tiene 90 m. de profundidad. El aire exterior penetra por el pozo *San Miguel*, de 100 m. de profundidad, que también sirve para la entrada de los obreros. En el pozo núm. 1 de *Cabeza de Vaca* se halla instalado un ventilador del sistema Mortier, de fuerza de 10 caballos; y otro del mismo sistema, de 1,30 de diámetro, movido por una máquina de igual fuerza, hay en el pozo núm. 6 de *Santa Ana*, por donde extrae 8 m. cúbicos de aire por segundo.

Es general en la cuenca el alumbrado con lámparas de seguridad; pero en el grupo de *Santa Ana* es tan pequeña la producción del grisú, al propio tiempo que tan activa la ventilación, que se trabaja con candiles ordinarios, así como en la *Calera*, si bien en el 7.° piso siempre existen pequeñas cantidades de gas inflamable.

Producción. —Casi nula fué la producción de carbón de esta cuenca en la primera mitad del siglo xix: llegó tan sólo á 12958 toneladas en 1861, fué poco menos del doble en 1867, y, por fin, inaugurado el ferrocarril de Belmez, en el siguiente aumentó hasta 71511. En los tres años siguientes diversas causas motivaron el que descendiese en lugar de aumentar la producción, que de nuevo tomó mayor impulso en 1871, en que alcanzó la cifra de 119238 toneladas. Todavía se tardaron diez años más para pasar de un millón de toneladas

por quinquenio; pero rápidamente se ha doblado la producción en la conclusión del siglo último, según se ve en el adjunto cuadro, en que se resumen las cantidades correspondientes á los sucesivos quinquenios, á partir del año 1861:

Quinquenio.	Toneladas.
1861 á 1865	65936
1866 á 1870	268833
1871 á 1875	715584
1876 á 1880	705664
1881 á 1883	1.005049
1886 á 1890	1.023111
1891 á 1895	1.269285
1896 á 1900	1.850000
TOTAL	6.903462

Suponiendo que la producción de los sesenta primeros años haya ascendido á cerca de cien mil toneladas, la total de todo el siglo XIX ha sido aproximadamente de unos siete millones en números redondos.

No todos los ingenieros juzgaron en un principio como de extraordinaria riqueza la cuenca de Belmez, pues hace cuarenta años Lan apreciaba su importancia del siguiente modo [1]: «Sin que discutamos el porvenir de esta cuenca, lo que es casi imposible por los pocos trabajos hechos de exploración en un terreno que no tiene menos de 25 á 30 km. de largo, debo observar que es, al menos, intempestiva la reputación de riqueza que se la atribuye. Hasta la fecha no se han encontrado más que anchurones de hulla, muy pura, es cierto, pero en limitadas extensiones, como los del *Terrible* y *Santa Elisa*. Las explotaciones, apenas comenzadas en otros puntos, tocaron espesores mucho más reducidos y calidades con frecuencia muy inferiores. Los indicios son muy numerosos; pero los hechos anteriores, unidos á ciertos caracteres superficiales, hacen temer una disposición en masas ó lentejones, más bien que grandes continuidades.»

La riqueza de la cuenca, sin embargo, es mayor de lo que sospechó Lan, si bien es general, efectivamente, la segmentación de las capas en lentejones irregulares.

En oposición á los cálculos demasiado bajos de Lan, según cuen-

(1) *Annales des Mines*, 5.ª serie, tomo XII, pág. 567.

tas que hace más de treinta años echó el ingeniero Lagarde [1], la parte central encierra unos 155.000000 de toneladas de carbón, y agregando lo que puedan contener los dos extremos, eleva la cifra hasta 500.000000, cantidad que generalmente se considera demasiado elevada, tal vez de seis á ocho veces mayor que la riqueza efectiva.

INDICACIONES GENERALES RELATIVAS AL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA.—Exceptuando los tres grupos del *Terrible, Santa Elisa* y *Cabeza de Vaca,* todos los demás, ó no se han explotado más que en una pequeña parte, ó están casi enteramente intactos. En oposición de algunos que creen que en esos tres grupos se halla concentrada la principal riqueza de la cuenca, opino, por el contrario, que es mucho más lo que resta por extraer que lo que ya se ha sacado. Se inicia desde hace algún tiempo la tendencia á desarrollar el laboreo en varios puntos incompletamente reconocidos,ó sólo superficialmente explotados. Pero hay una causa que se opone desde su origen al ordenado y completo desarrollo de los trabajos por toda la cuenca, cual es la diseminación de la propiedad minera entre varias Sociedades y diferentes propietarios. Cada una de estas entidades tiene sus concesiones salteadas caprichosa é irregularmente, formando á manera de múltiple engranaje opuesto al expedito beneficio de sus grupos respectivos.

Relegado al extremo septentrional de la cuenca el coto *Porvenir de la Industria,* y posesionada la Sociedad hullera de Peñarroya de la mayor parte de las concesiones comprendidas entre el arroyo de la Parrilla y el Albardado, el aprovechamiento más ventajoso de la mitad meridional de la cuenca podría hacerlo una gran Compañía, á cuyo poder viniesen á parar todas ó casi todas las concesiones allí enclavadas. Ciertamente que sería muy considerable el capital que se invirtiese en su adquisición y explotación; pero no se trata de que todos los campos de labor se abriesen de golpe en un solo período, pues aparte del enorme capital que tan importantes trabajos exigirían si hubiesen de hacerse en breve plazo, se presentarían estas otras tres dificultades insuperables:

1.ª Disponer rápidamente del personal obrero conveniente y ordenadamente instalado que para trabajos tan amplios se necesitarían.

2.ª Tener preparados para la venta los mercados que consumie-

(1) *Revista Minera,* tomo XVII, pág. 428.

sen desde el primer instante, un incremento súbito y muy considerable en la producción.

3.ª Disponer en las dos vías de Córdoba y de Almorchón, correspondientes á dos Compañías distintas, de todo el material de transporte indispensable para el arrastre de un incremento excesivamente rápido.

Por tales consideraciones no se debe aspirar á doblar la producción de la cuenca en muy pocos años, sino á que la explotación marche en progresión creciente, quinquenio tras de quinquenio, como viene sucediendo desde hace larga fecha en las cuencas asturianas. A este fin, reunidas en una sola mano las concesiones de la mitad meridional de la cuenca, deberían ordenada y sucesivamente prepararse para su explotación, según los grupos topográficos naturales en que aquéllas se resumen, comenzando por las minas mejor situadas y con mayores señales de riqueza en carbón.

Entre el Albardado y Villaharta los grupos naturales son los siguientes: 1.°, el del barranco de la Juliana; 2.°, el de la Jabalina; 3.°, el del Valle; 4.°, el del Cañuelo; 5.°, el de la Hurona; 6.°, el de la Hortezuela; y 7.°, el de la Ballesta. De todos éstos, el más ventajosamente situado para el transporte y de los que mejores afloramientos presenta es el de la Jabalina, por el que penetran más á Levante el río Guadiato y el ferrocarril de Belmez á Córdoba. Debería ser el primero que se pusiera en explotación, y á él convendría siguiese el de la Ballesta, que si bien exigiría una línea de enlace de 7 á 8 km. con dicho ferrocarril, tiene acreditada su abundancia en combustible, principalmente por el lado de la *Evelina*, *San Rafael* y la *Solana*.

Preparada la explotación del primer grupo con las labores é instalaciones necesarias, inclusas las viviendas para obreros, con los productos que de él se fuesen obteniendo al cabo de los cuatro ó cinco primeros años, de un modo económico se comenzaría la preparación del segundo grupo, y cuando ya éste comenzase á rendir beneficios se seguiría sucesivamente con los demás grupos, hasta tener á todos ó á casi todos en activa explotación. De esta manera, al cabo de un plazo de veinte ó veinticinco años, la cuenca de Belmez podría quintuplicar la producción actual, que pasaría anualmente de un millón de toneladas, y el valle del Guadiato sería entonces el centro de mayor actividad industrial del Mediodía de España.

L. Mallada.

FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA

POR

M. D.-P. OEHLERT [1]

PRIMERA PARTE

Hace algunos años, nuestro malogrado compañero M. Chaper me confió, para su estudio, cierto número de fósiles recogidos en Santa Lucía, provincia de León, por M. Waliszewski, ingeniero entonces de una mina próxima á Pola de Gordón. La abundancia de los ejemplares me hizo sospechar que, aun después de los notables trabajos de Verneuil, Barrande, d'Archiac, Barrois, Mallada, etc., se podrían todavía aportar algunos datos para el conocimiento de la fauna devoniana de España; por otra parte, el buen estado de conservación de ciertas especies y su modo de fosilización, que permite hacer en varias de ellas diversas series de secciones, me han procurado excelente ocasión para investigar ciertos caracteres de orden ya genérico, ya específico. Tal es el objeto de este estudio, del cual daré ahora una primera parte, encabezándola, á manera de prefacio, con una nota de geología descriptiva acerca del yacimiento de Santa Lucía y de los alrededores de la mina de Pola de Gordón, que M. Waliszewski ha tenido la bondad de proporcionarnos:

«Los fósiles objeto de esta Memoria han sido recogidos en los al-

(1) Traducido del *Bol. de la Soc. geol. de Francia*, 3.ª serie, tomo XXIV.

rededores del pueblecito de Santa Lucía, situado 38 km. al N. de León, en la línea de Gijón á Madrid, casi en el límite S. del macizo paleozóico que comprende la mayor parte de Asturias, la región oriental de Galicia y el N. de la provincia de León. Este macizo se halla atravesado del O. al E. por la cordillera cantábrica que corre, próximamente, paralela á la dirección general de las capas.

»Numerosos trabajos geológicos y paleontológicos han sido publicados acerca de este macizo por los Sres. Paillette, de Verneuil, d'Archiac, Schulz, Prado, Barrois, Mallada y Buitrago, etc., etc., cuya lista completa puede consultarse en el notable estudio de M. Barrois sobre los terrenos antiguos de Asturias y Galicia (1882), y también encabezando la *Sinopsis general de las especies fósiles encontradas en España*, del Sr. Mallada (1892).

»Habiendo necesitado dedicar el tiempo, relativamente corto, que he pasado en España, á las instalaciones para la explotación de las minas de la Pola de Gordón en Santa Lucía, no he podido emprender un estudio detallado de los diferentes terrenos de esta región, estudio que resulta realmente difícil por la multitud de pliegues que presentan los estratos, complicados con numerosas fallas y toda suerte de fenómenos accidentales.

»Réstame añadir que mi falta absoluta de conocimiento de los datos bibliográficos ha dificultado extraordinariamente mis investigaciones, durante mi permanencia en España.

»La mayor parte de los fósiles objeto de esta Memoria han sido recogidos al practicar los trabajos para las instalaciones en el exterior y la construcción de un tranvía de unos 5 km. aproximadamente, desde las minas, ó sea desde las alturas de las Tablas, hasta Santa Lucía, atravesando la cordillera de la Cervaliza casi normalmente á los estratos calizos y pizarreños, así como también los contrafuertes de la Sierra Vallina.

»Desde el punto de vista orográfico, presenta esta región un aspecto particular y muy pintoresco. Las corrientes de agua que la atraviesan, ó sean los ríos Sil, Luna, Bernesga, Torío, Porma y Cea, están alimentados por numerosos torrentes que circuyen los derrames de la cordillera, y caminan por gargantas muy estrechas con laderas de escarpas verticales que, al cortar los estratos calizos, recuerdan, por su disposición, los famosos *cañones* clásicos en los textos de Geología.

»La altitud de los valles que he recorrido en los alrededores de Bus-

dongo, Villamanín, la Vid, Ciñera, Santa Lucía y Pola de Gordón, varía de 1000 á 1200 m., y los picos alcanzan hasta 1500 á 1800 m. (1).

»Desde la cordillera Cantábrica hasta León, siguiendo la carretera de Oviedo á Madrid ó la vía férrea, que unas veces serpea por entre las fracturas que encauzan el Vernesga, y otras atraviesa por túneles las montañas (en 20 km. desde Busdongo á la Pola de Gordón existen 10 túneles), se corta sucesivamente una serie de fajas silurianas, devonianas y carboníferas, que alternan con más ó menos regularidad.

»El devoniano y el carbonífero constituyen la mayor parte de aquellos terrenos. Este último ocupa, por lo general, el fondo de los valles, y, en tal caso, se halla cubierto por depósitos cuaternarios; á veces se remonta un poco á lo largo de las faldas de las colinas, formando lomas redondeadas cubiertas de vegetación, mientras que las crestas devonianas se presentan siempre desnudas y muy escarpadas.

»Saliendo del puerto de Pajares, después de haber atravesado la divisoria de la cordillera, se encuentra por el E. la formación hullera de Busdongo, donde las investigaciones mineras han permitido seguir la marcha de determinados estratos en muchos centenares de metros. Las capas de carbón alternan con areniscas y pizarras y descansan sobre unas cuarcitas que el Sr. Mallada considera como silurianas, y en las que nosotros no hemos encontrado fósiles. Un túnel atraviesa estas cuarcitas, que á su vez alternan con las calizas rojas de Arbas, en las cuales los Sres. de Verneuil y Barrois han recogido *Goniatites* y *Phillipsia*. Esta alternancia de rocas continúa hasta Camoplongo, y desde este punto hasta Villanueva de la Tercia hemos encontrado fósiles devonianos en ciertos bancos calizos arcillo-ferruginosos que se inclinan fuertemente al S. con dirección O.

»El pueblecito de Villanueva se halla situado al pié de unos picos donde las calizas alternan con pizarras y areniscas; en este punto el valle del Bernesga se ensancha considerablemente.

»En las calizas dolomíticas gris azuladas que forman parte de las vertientes de este valle, se presenta en la de la izquierda el grueso filón de cobre cobaltífero de la mina *Profunda*, cuya explotación ha sido tan próspera. Más al S., cerca de Villamanín, se estrecha de nuevo el valle, siendo pronto reemplazado por una angosta garganta,

(1) El pico de Braña-Caballo, al E. de Busdongo, alcanza hasta 2189 m. de altitud.—(N. del T.)

donde la vía férrea atraviesa una potente hilada de areniscas, en el túnel de Tucro. Hasta Ciñera el ferrocarril corta, por una serie de túneles, las areniscas y calizas, devonianas y carboníferas, entre las cuales existen algunos isleos hulleros. Al E. de Ciñera se explotan en dos concesiones situadas en el valle del torrente Rujero, varias capas de carbón que en ciertos puntos se apoyan sobre pizarras y cuarcitas de grano más ó menos fino; las atraviesa el túnel de la Gotera, y están cortadas por una estrecha garganta del Bernesga. Una capita inexplotable de hulla descansa directamente sobre estas rocas, y entre ella y la cuenca de los puertos de Don Diego se presenta una faja devoniana rica en fósiles, la cual está separada de la Cervaliza por uno de los valles de Santa Lucía.

»Al SE. de Santa Lucía se atraviesa un conjunto de calizas compactas, y también pizarras y areniscas friables con *Spirifer*. Estas últimas son, sin duda, de la misma edad que las que M. Barrois refiere á la base del devoniano, y designa con el nombre de areniscas de Furada.

»Poco después el Bernesga cambia bruscamente de dirección durante cerca de 2 km., siguiendo por las mismas capas y dando origen al estrecho valle de Vega de Gordón, donde se encuentra una fajita hullera, inexplotable en este punto, pero que después de estrecharse al salir de Vega de Gordón á las Baleas, se ensancha hacia el SE. dando origen á la cuenca de la *Magdalena*.

»Por el S. aparecen de nuevo las areniscas pizarreñas y las calizas, constituyendo las alturas de Viescas, Cervaliza y Vallina. Estas calizas, que se explotan en cantera para sillares, son de color más ó menos pardo ó gris.

»Ciertos bancos de los alrededores de la Pola de Gordón se explotan por los caleros del país, dando una cal muy estimada.

»Más allá de esta cresta se encuentra una banda hullera importante, que forma dos cuencas distintas: la que se halla situada cerca de Llombera, y que se denomina cuenca de Santa Lucía, y la de Pola de Gordón. Se hallan separadas por un serrijón de calizas devonianas que une el pico de San Mateo á los crestones de Viescas y de Vallina.

»La cuenca de Llombera, ó minas de Santa Lucía, se conoce con el nombre de grupo hullero de los puertos de Don Diego; comprende cuatro distritos distintos:

»1.° El distrito de Candelaria Oeste (Congusta), se compone de una sola capa de 4 m. de espesor, de carbón brillante y duro, muy

seco, que no contiene más que de 10 á 11 por 100 de materias volátiles. Su afloramiento puede seguirse en un km. aproximadamente. La capa se halla en estratificación concordante con las calizas, con intercalación regular de 4 á 6 m. de arenisca hullera; se dirige del O. al E., y termina contra una fractura que ha dado origen al cauce del torrente de Fonfría.

»2.° El distrito Candelaria Este se halla representado por tres capas paralelas separadas por bancos de arenisca y de pizarra; la inclinación de las capas varía de 10 á 15°; se presentan en estratificación concordante con las calizas de Cervaliza, de las que están separadas por unos 10 m. de arenisca pizarreña. El espesor de estas capas varía de 1 á 2 m.; contienen carbón seco muy puro, y dan hasta el 50 por 100 de grueso, con la tela de 30 mm.

»3.° El distrito de Pastora, situado al pie de las Tablas, sólo contiene una capa cuyo espesor varía de 15 á 20 m.; se dirige de E. á O., desviándose fuertemente al N. Los afloramientos pueden seguirse en más de 1500 m., hasta un collado donde la capa termina contra un macizo de terrenos hulleros levantados que contienen restos de la caliza inferior. La regularidad del afloramiento es absoluta y muy visible, tanto más cuanto que se halla cubierto de abundante vegetación, mientras que en las rocas que forman el techo y el muro sólo vegetan pequeños robles que sirven de pasto al ganado cabrío, base de la alimentación de los habitantes del país. La capa se presenta con pendiente al NE. de 60° en el muro y de 25° solamente en el techo.

»4.° Distrito de Competidora.—Atravesando el dique de que se acaba de hablar, y dirigiéndose al S. en la Collada de Llombera, se encuentra el cuarto distrito, en el cual no se conoce actualmente más que una sola capa que alcanza hasta 15 m. de espesor y buza al S. con inclinación variable entre 30 y 50°.

»Hacia el E. se bifurca en dos capas, separadas por unos 40 m. de pizarras.

»El grupo de Pola de Gordón no se ha explotado, porque los trabajos de investigación no han dado hasta ahora resultados prácticos. Al N. se presenta un notable afloramiento de conglomerados carboníferos de cerca de 30 m. de grueso, que se manifiesta muy visible en un corte del ferrocarril; se encuentran también los conglomerados en el muro de la Pastora y al E. de Llombera, pero con menor espesor.

»Al S. de Llombera y de Pola de Gordón existe otra cresta caliza, limitada al E. por la de la Tabliza, que sirve de divisoria á las aguas del Vernesga y del Torio. En la vertiente meridional de este relieve calizo, de edad devoniana, y en el que se encuentra el Pico de San Mateo (1800 m. aproximadamente), se halla asentado el pueblo de Huergas.

»El Pico de San Mateo, propiamente dicho, está en parte constituido por bancos gruesos de caliza que se han explotado como mármol rojo parduzco; pero las dificultades del transporte han hecho abandonar la explotación.

»Los fósiles que he recogido y he enviado á M. Chaper proceden en parte de las excavaciones ejecutadas para el transporte de la hulla desde los puertos de Don Diego á Santa Lucía, en las vertientes de la Cervaliza y de la Vallina; y los restantes corresponden á las capas de la misma edad de los alrededores del Pico de San Mateo.»

Megistocrinus Waliszewskii, n. sp.

(Lám. 3, figs. 1 á 4.)

Cáliz globoso cupuliforme, muy amplio, deprimido, más ancho que alto, aplastado por la región ventral; simetría bilateral muy acentuada, las *radialia* no se diferencian por su relieve del resto del cáliz. Las placas conservan todavía, aunque gastados, vestigios de ornamentación en forma de vermiculaciones.

Basales 3, de tamaño casi igual, que se prolongan muy poco más allá del último artejo del tallo, que es redondo. La reunión de estas tres placas constituye un disco exagonal equilátero, de poco espesor y dentado en los bordes por efecto de la presencia de quillas rudimentarias; una escotadura mucho más marcada que las otras, se encuentra en la prolongación de cada una de las tres suturas basales. En el centro, canal bastante grande.

Radiales primarias 3×5, generalmente más anchas que altas; las primeras forman con la placa anal de la primera serie un ciclo de seis placas, alternativamente exagonales y eptagonales; la placa anal, situada en la intersección de dos placas basales, es eptagonal, lo mismo que las placas de las *radialia* anteriores derecha é izquierda, que ocupan la misma situación con relación á las basales. Segundas radiales exagonales. Terceras radiales axilares pentagonales.

Radiales secundarias 2 × 2 × 5 irregulares; pero ordinariamente exagonales.

Radiales terciarias en número de 2 × 2, sobre las tres *radialia* anterior, posterior derecha y posterior izquierda, á excepción de una, que falta á esta última; en los otros dos radios, anterior derecho y anterior izquierdo, no existen las piezas de este orden, por lo que el número de brazos queda reducido á 15. Estas piezas, mucho más pequeñas que las precedentes, son muy rebajadas y están amplia-

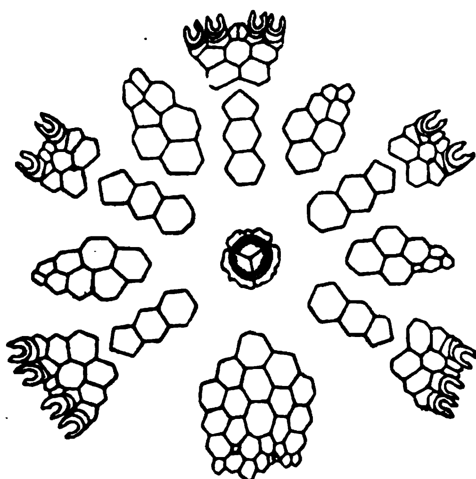


Fig. 1.—Diagrama de *Megistocrinus Waliszewskii*.

mente truncadas en su parte superior, que es un poco cóncava; cada una de ellas soporta la primera braquial. Brazos desconocidos.

Inter-radiales numerosas, de tamaño igual al de las radiales; cada inter-radio comprende primeramente una primera pieza exagonal, situada entre las primeras y segundas radiales casi al mismo nivel que estas últimas; por encima de esta placa se superponen ordinariamente tres filas de otras piezas, constituidas cada una por dos placas que, en un principio grandes y situadas aproximadamente en línea horizontal, decrecen con rapidez en dimensión y se hallan dispuestas alternativamente.

Inter-radiales constituidas por una placa grande que soporta otras

placas pequeñas, alargadas, situadas entre las primeras braquiales y que se unen directamente á la bóveda.

Inter-radio anal muy ancho, y compuesto de un gran número de piezas: primeramente, una gran placa eptagonal situada en el ciclo de las primeras radiales: á ella sigue una segunda fila de tres placas, después otra tercera fila de cinco; á partir de esta última fila, el inter-radio se estrecha gradualmente, y al mismo tiempo las placas disminuyen insensiblemente de tamaño. La parte superior de este inter-radio está formada por una serie de plaquitas sin orden regular, que se sueldan muy intimamente, constituyendo entre los brazos una superficie de relieve convexo, algo alargada, lisa, distinta de las otras partes del cáliz, y que se prolonga hasta el borde de la abertura anal, cuya situación es algo excéntrica.

Bóveda rebajada, débilmente convexa en su centro, y compuesta de gran número de piezas muy pequeñas, poligonales, con un tubérculo en el centro y dispuestas regularmente, sin que puedan distinguirse las placas orales ni las placas radiales, carácter que se encuentra también en ciertas especies devonianas pertenecientes al mismo género.

Refiero esta forma al género *Megistocrinus*, Owen y Shumard, aunque presenta ciertas diferencias con el *M. Evansi*, que es la especie típica, y que corresponde al carbonífero de América. M. Wachsmuth, á cuya autorizada opinión he recurrido con este objeto, piensa como yo que no hay motivo para separar genéricamente estas dos formas que concuerdan tan bien en todos sus principales caracteres. Los rasgos diferenciales consisten en la situación de la abertura anal, poco excéntrica, en vez de ser completamente lateral y no probosciforme, en el desarrollo excesivo del inter-radio anal, en el espacio liso que acompaña al ano por detrás, y en la ausencia de placas orales ó radiales distintas sobre la bóveda.

El género *Megistocrinus* habia estado hasta ahora representado casi exclusivamente por especies encontradas en el devoniano y el carbonífero de América; sólo una, descrita en otro tiempo por Phillips con el nombre de *Actinocrinus globosus*, procedia del carbonífero de Irlanda. La que nos ocupa demuestra que en las regiones meridionales existia ya este género, y que en ellas, como en la mayor parte de las especies devonianas de América, la diferenciación en las placas de la bóveda no se había acentuado todavía suficientemente para poder distinguir las piezas orales, proximales y radiales.

El *M. Waliszewskii* no puede confundirse con ninguna otra forma de la misma edad: el aspecto general del cáliz, el aplastamiento de la bóveda, la forma de las placas calicinales y la disposición de los adornos, constituyen un conjunto de caracteres suficientemente particularizado.

Storthingocrinus Haugi, n. sp.

(Lám. 3, figs. 5 á 7.)

Cáliz de tamaño pequeño, rebajado, más ancho que alto, cupuliforme y con todas las placas cubiertas de granulaciones finas y numerosas.

Basales 3, desiguales, formando reunidas un pentágono irregular: dos de ellas son grandes, pentagonales, con el lado superior truncado para sostener la radial; la tercera es más pequeña, cuadrangular. Radiales 1 × 5, de dimensiones un poco desiguales, rebajadas: el borde superior tiene una escotadura ancha y cóncava que deja dos puntas solamente en las extremidades; tres de estas placas son pentagonales, las otras dos sub-rectangulares. Las dos radiales, situadas á la derecha de la línea antero-posterior (de las que una es rectangular y la otra pentagonal), son más grandes y más altas que las otras, principalmente á lo largo de la sutura que las reúne; su borde se eleva en este punto y presenta una pequeña superficie de inserción para las placas de la bóveda, más extensa que las que existen en la extremidad de las otras suturas inter-radiales. Tallo, bóveda y brazos desconocidos.

Dimensiones: altura, 8 mm.; diámetro, 13 mm.

He examinado tres ejemplares de esta especie, dos de los cuales, relativamente grandes y de poca altura, tienen las dimensiones indicadas anteriormente; el tercero, más pequeño (fig. 5), es de proporciones un poco diferentes; su altura parece ser igual al diámetro, por lo menos así puede juzgarse, teniendo en cuenta la deformación del cáliz, que se halla fuertemente comprimido. Las radiales son siempre casi tan altas como anchas, mientras que en los dos ejemplares de gran tamaño estas mismas placas son de forma manifiestamente rebajada. A pesar de estas diferencias, refiero á la misma especie estos tres ejemplares, que están adornados de la misma

manera y tienen el cáliz con la misma disposición cupuliforme.

El género *Storthingocrinus* no estaba representado más que por tres especies, pertenecientes todas al devoniano medio de Eifel: *S. fritillus*, Müller; *S. trifidus*, Schultze, y *S. decagonus*, Goldfuss. Estas tres formas son muy distintas de la que describo. En efecto: esta última está caracterizada por su cáliz cupuliforme ensanchado desde la base, lo que hace poco aparentes las basales cuando se mira el cáliz de perfil; al contrario, en el *S. fritillus*, al cual puede sólo compararse el *S. Haugi*, el cáliz tiene siempre, á pesar de las varia-

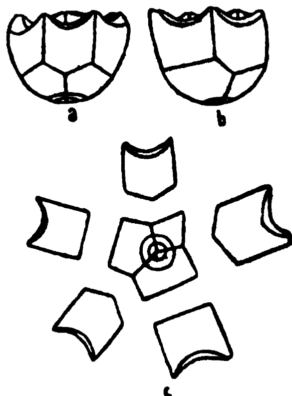


Fig. 2.—*Storthingocrinus Haugi*: *a*, cáliz visto por el lado anterior; *b*, el mismo visto por el costado posterior; *c*, diagrama.

ciones que se observan en esta especie, más altura que anchura, las radiales se desarrollan principalmente según esta última dimensión, y las basales se ven muy bien de perfil. Además, el cáliz, que es unas veces de lados paralelos y otras conoide, se estrecha siempre hacia la base, cerca de la superficie de inserción del tallo.

El nombre de *Storthingocrinus* ha sido dado por Schultze [1] á dos especies del devoniano medio de Eifel, consideradas con anterioridad como *Platycrinus*, y á las cuales añadió una tercera forma no des-

(1) L. Schultze, 1866, *Monog. d. Echinod. d. Eifeler Kalkes*, pág. 68. (*Denk. de Math. Naturwiss. k. Akad. Wissen.*, Bd. XXVI.)

crita todavía. Hizo observar que estos tres tipos tenían caracteres comunes y diferían de los que se encuentran en los *Platycrinus* propiamente dichos, y propuso, con razón, separarlos para formar un subgénero que, á su juicio, habría de ser reconocido y confirmado más adelante.

Y en efecto: el *Storthingocrinus*, no solamente ha llegado á adquirir la importancia de un género, sino que ha sido separado completamente de los *Platycrinus* para incluirlo en la familia de los *Symbathocrinidæ*, muy distinta de la de los *Platycrinidæ*, porque pertenece á un suborden diferente, cualquiera que sea la clasificación adoptada por los autores. Para Neumayr, por ejemplo, el primero de estos géneros debe colocarse entre los *Epascocrinoides*, es decir, con las formas con boca libre y cuyos ambulacros, directamente marcados en la superficie de las placas orales, se hallan á veces ocultos por una bóveda, mientras que el segundo forma parte de los *Hypascocrinoides*, cuya boca y los surcos ambulacrales se hallan cubiertos por las placas orales. Para los Sres. Wachsmuth y Springer, que en vez de emplear la morfología de la boca para base de su clasificación, la fundan en el modo de unión de las placas y en el mayor ó menor desarrollo del cáliz, hay igualmente separación entre la familia de los *Platycrinidæ*, que se relaciona á los *Camarata* (*Sphæroidocrinaceos*, 2.° orden de los *Hypascocrinoides*), en los cuales las placas se hallan reunidas por suturas y los brazos forman parte integrante del cáliz por consecuencia del desarrollo más ó menos grande de los inter-radiales, y las de los *Symbathocrinidæ*, que pertenece al suborden de los *Inadunata larviformia*, caracterizados por su cáliz poco desarrollado, brazos libres desde la primera radial, cinco inter-radiales únicas situadas en la región ventral, y una bóveda rudimentaria.

Ciertos caracteres externos aproximan evidentemente el *Storthingocrinus* al *Platycrinus*, y así se explica la confusión producida por los primeros autores que no conocían las relaciones de la bóveda con el cáliz. En efecto, la fórmula de las basales y de las radiales es la misma en los dos géneros: el uno como el otro tienen tres basales, de las que dos son grandes, pentagonales, casi iguales, y una tercera más pequeña, cuadrangular. Las radiales, en número de cinco, son semejantes y forman un círculo completo, sin intercalación de placas anales ó inter-radiales; su borde exterior está también excavado; pero aquí comienza la diferencia: esta escotadura, en vez de ser pequeña como en el *Platycrinus*, se hace ancha y ocupa casi entera-

mente la superficie articular superior, de tal suerte que las partes laterales, que permanecen intactas, forman á cada lado con las partes contiguas de las radiales inmediatas, pequeñas puntas demasiado exiguas para que una inter-radial encuentre lugar suficiente para apoyarse, al contrario de lo que ocurre con el *Platycrinus*, en el cual los bordes superiores de las radiales, en las partes no escotadas, soportan una ó dos inter-radiales.

Este último carácter no es, sin embargo, común á todas las radiales, y Schultze ha hecho notar que dos de estas placas contiguas, un poco más elevadas que las otras, tienen una muesca menos amplia para la recepción de los brazos: una parte saliente, relativamente ancha, permanece intacta y sobresale de cada costado de la sutura que los une.

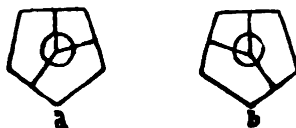


Fig. 3: *a*, base de un Palæocrinoide; *b*, base de un Blastoide. En estas dos figuras el costado anterior está situado en la parte alta.

Este mismo carácter se encuentra en el *S. Haugi*, como se ha dicho al describir esta especie; pero difiere en lo que se relaciona con la simetría bilateral. En el *S. fritillus*, según el dibujo representado por Schultze (pág. 69), las dos radiales más elevadas y menos escotadas se hallan en el lado anterior derecho, mientras que en el *S. Haugi* se encuentran situadas en el costado posterior derecho. De todos modos, sea cualquiera la posición de estas dos placas, no justificará la hipótesis emitida por Schultze, quien piensa que la región anal corresponde á esta irregularidad, porque la línea de simetría bilateral no pasa por la sutura que une estas dos placas, notablemente salientes.

Se sabe, en efecto, que en todos los *Palæocrinoides* que tienen tres basales desiguales, la línea que se dirige hacia el ano no pasa por el centro de la pequeña placa impar, sino por una de las suturas

que limitan esta placa, de manera que la deja siempre á la derecha; los Sres. Wachsmuth y Springer, que han descubierto esta ley, agregan que debe aplicarse á todos los *Palæocrinoides* cuya base está constituída como en el género precitado, mientras que en los *Blastoides*, que tienen también tres basales desiguales, esta misma placa queda situada á la izquierda.

Si ahora comparamos el género *Storthingocrinus* con los que componen la familia de los *Symbathocrinidæ* tal como ha sido comprendida por los Sres. Wachsmuth y Springer, veremos que el género en cuestión posee más afinidades con los *Pisocrinus* y *Triacrinus* que con los otros géneros *Symbathocrinus, Phimocrinus, Stylocrinus* y *Lageniocrinus*. Los primeros forman un grupo que se aproxima evidentemente á los *Haplocrinidæ*, mientras que los segundos se relacionan á los *Cupressocrinidæ*.

Cupressocrinus, sp. Goldfuss., 1836.

Este género, del cual en la actualidad no se conocen más que siete especies, parecía hasta ahora exclusivamente incluído en las pizarras de Calceolas, y sobre todo en las capas con *Crinoides* del nivel del *Stringocephalus Burtini*, es decir, en el devoniano medio de Eifel, de Westfalia y del Hartz. Recientemente, el Sr. Whidborne (1895, *Monogr. Rev. Faun. South. Engl.*, tomo XI, pág. 207) ha indicado la presencia de dos especies en Eifel (*C. crassus* y *C. Schlotheimi*), en el devoniano medio de Inglaterra (Wolborough y Lummaton). Algunos fragmentos encontrados entre los fósiles de Santa Lucía, nos demuestran que el área geográfica de este género era todavía más extensa y que varias especies pertenecientes á este grupo vivían en el mar devoniano del Norte de España.

Entre un número considerable de tallos y de algunas placas aisladas procedentes de la desagregación de cálices de encrinos, he encontrado una radial análoga á la que Schultze ha representado (lám. 1, fig. 2 *f.*) como perteneciente al *Cupressocrinus inflatus;* esta placa, aunque incompleta, posee, no obstante, caracteres que permiten determinarla genéricamente, y aun también compararla á las piezas del mismo orden de las diferentes especies conocidas. Es pentagonal, algo transversa, y se halla ornamentada exteriormente con crestas paralelas al borde, dispuestas concéntricamente. Estos ador-

nos, bastante frecuentes en los *Cupressocrinus*, se encuentran igualmente en el *C. crassus, abbreviatus* é *inflatus;* pero la radial en cuestión no parece pertenecer á la primera de estas especies, puesto que no tiene como ella su superficie externa convexa ó piramidal; tampoco es comparable á las radiales del *C. abbreviatus*, que son mucho más transversas y siempre más ó menos deprimidas en su base, siguiendo una línea que pasa por las suturas basilares. Pareceria, por el contrario, más natural referirla al *C. inflatus;* en esta especie las placas calicinales tienen una ornamentación análoga á la que se ha

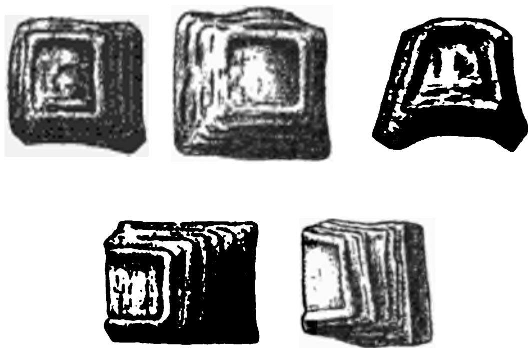


Fig. 4.—Tres placas braquiales de *Cupressocrinus*, vistas por el lado dorsal; dos de ellas vistas lateralmente.

señalado en el Schultze (lám. I, fig. 21); además, por el lado ventral la forma de la apófisis marginal y la disposición de la escotadura que sirve para el paso de los vasos sanguíneos y de los nervios, son del todo semejantes.

La presencia de una sola placa radial, para probar la existencia del género *Cupressocrinus*, seria evidentemente un carácter distintivo de poca importancia y que podria prestarse á la crítica; pero el hallazgo de artejos braquiales ha venido á confirmar esta hipótesis; por lo demás, éstos son siempre relativamente abundantes en un mismo individuo; son mucho más numerosos que los radiales, más gruesos que éstos, y, por consiguiente, menos frágiles. Estos artejos, vistos por su lado dorsal, tienen la forma de un rectángulo más ó

menos regular, unas veces transverso, otras prolongado, otras trapezoidal; están adornados por una serie de crestas pequeñas, paralelas á los bordes, generalmente rugosas y dispuestas de manera que, á veces, forman un relieve muy marcado, pero que no se pro-

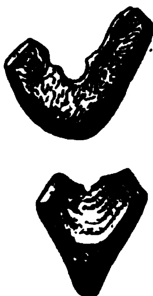


Fig. 5.—Placas braquiales de *Cupressocrinus*, en las que se ven las superficies de articulaciones vermiculadas; una de ellas tiene forma cónica.

longa ordinariamente en forma de punta saliente; carácter que no he encontrado más que en una sola placa (fig. 5). Ciertos artejos son más altos que anchos, y recuerdan los de *Cupressocrinus urogalli* (1),

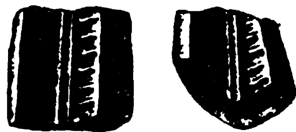


Fig. 6.—Placas braquiales de *Cupressocrinus*, vistas por el lado ventral.

que Rœmer ha descrito, equivocadamente, como una especie nueva y que no es más que una variedad de *C. abbreviatus*.

Otro de estos artejos, de forma cónica, representa evidentemente la pieza braquial terminal.

(1) Rœmer, *Hartz geh.*, *Dunk. et Mey. Pal.*, tomo III, pág. 9, pl. II, fig. 7.

Todas estas placas presentan por el costado intero ó ventral un profundo surco ampliamente abierto en forma de V, en cuyo fondo se encuentra un estrecho canal descubierto, provisto lateralmente de dos pequeñas quillas longitudinales. En los bordes de este surco se distingue una serie de crestas lineales dirigidas transversalmente

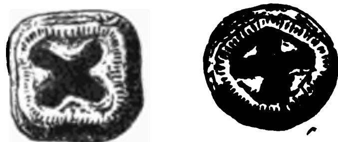


Fig. 7.—Artejos de un tallo de *Cupressocrinus.*

y separadas por depresiones muy marcadas. Pueden contarse de tres á siete á cada lado de una misma placa. Los bordes laterales, truncados oblicuamente, son lisos (fig. 6). Las superficies suturales su-



Fig. 8.—Fragmento de tallo de *Cupressocrinus.*

perior é inferior, son casi paralelas y están cubiertas de finas arrugas irregulares, donde se insertan las fibras musculares (fig. 5).

Casi todos estos artejos tienen sus dos lados desarrollados muy irregularmente, hallándose uno de ellos mucho más extendido que el otro; este carácter no se encuentra en ninguna de las especies representadas por Schultze.

Igualmente he podido distinguir, entre numerosos restos de tallos de encrinos, ciertos fragmentos ó anillos aislados que poseen carac-

teres que permiten referirlos con certeza al género *Cupressocrinus*.

Su forma es subcuadrangular; en el centro se ve un canal ancho, y tiene otras cuatro aberturas situadas en cada uno de los ángulos (fig. 7).

En fin, mencionaré un fragmento de tallo en el que se ve la inserción de los cirros, provistos de dos canales confluentes. Esta forma de tallo, con los caracteres que acabo de indicar, es muy rara en los crinoides, pudiendo decirse que sólo existe en los géneros *Taxocrinus* y *Cupressocrinus*.

Codiacrinus granulatus, Schultze.

(Lám. 3, fig. 8.)

1886.—*Codiacrinus granulatus*: 1886, Schultze, *Mon. Echin. des Eif. kalk.*, pág. 34, lám. III, fig. 9-9 *c*.

Cáliz pequeño, perfectamente regular, subglobuloso, un poco deprimido al nivel de la inserción de los brazos. Base dicíclica.

(Una fractura de la parte basilar ha hecho desaparecer las sub-basales, que debían ser en número de tres, y dos de las radiales.)

Basales 5, iguales, pentagonales, grandes, un poco más altas que anchas, con vértice axilar y tocándose todas lateralmente.

Radiales 1 × 5, igualmente grandes, pentagonales, y en contacto directo las unas con las otras, sin intermedio de ninguna placa interradial ó anal; su borde superior, recto ó ligeramente cóncavo, presenta en la parte media una profunda escotadura articular, ancha y redondeada, en la que se insertaba el brazo.

Los adornos del cáliz consisten en finas granulaciones y en crestas poco salientes, que dibujan en la superficie de las placas una red poco pronunciada de anchas mallas; estas crestas divergen desde el centro de cada basal, formando cinco radios perpendiculares á las líneas de sutura, de los que los dos superiores atraviesan las radiales y vienen á terminar en la base de los brazos.

La forma que acabo de describir no se halla representada entre los fósiles que he examinado, más que por un cáliz incompleto en su región dorsal. Este cáliz me parece que debe ser asimilado á los ejemplares figurados por Schultze bajo el nombre de *Codiacrinus granu-*

latus, del cual posee, por lo demás, todos los caracteres principales, tanto por el número, la forma y la disposición de las placas de los dos últimos ciclos, que son los que solamente he podido observar, cuanto por los adornos de la superficie; es, no obstante, algo más globoso en su parte superior que los ejemplares representados por este autor, y no recuerda tan propiamente la forma de «campana» ó de «cabeza de adormidera,» á las cuales él las compara.

El *Codiacrinus granulatus*, que ha servido de tipo á Schultze para crear el género *Codiacrinus* (1866), del cual es hasta ahora el solo representante, le era conocido solamente por tres ejemplares procedentes de Prün, y no me parece que desde esta época haya sido señalado en otros yacimientos. Este género curioso, principalmente caracterizado por su disposición rigurosamente regular y la ausencia absoluta de toda placa inter-radial ó anal, está constituído por tres sub-basales reunidas en pentágono: dos de ellas son anchas y exagonales; la tercera, pequeña y romboidal. A este primer ciclo sigue el de las basales, grandes, pentagonales, en contacto directo las unas con las otras y soportando el de las radiales, que, siendo igualmente grandes y tocándose lateralmente, llevan una escotadura articular provista de una perforación.

Schultze consideraba este género como próximo aliado del *Myrtillocrinus*, Sandberger, del cual le diferenciaba por el número de las sub-basales (3 en vez de 5), por sus basales pentagonales, y no exagonales como en este último género, y, en fin, por la forma simple del canal axial.

Zittel (1883) ha incluído el *Codiacrinus* en la familia *Gasteromidæ*, que comprende los géneros *Gasterocoma*, *Achradocrinus* y *Myrtillocrinus*, á continuación del cual se halla colocado, no sin algo de duda, bien justificada por su forma tan regular, entre géneros muy asimétricos.

Wachsmuth y Springer (1886, *Rev. part.*, tomo III), dejando en la familia de los *Gasteromidæ* el género *Myrtillocrinus*, que suponen con gran probabilidad inexactamente descrito, han separado de ella el *Codiacrinus* y *Achradocrinus*, pensando que la semejanza de estos dos géneros con el *Gasterocoma* es mucho más aparente que real, y los han considerado como muy próximos al *Cyathocrinus*, incluyéndolos en la tercera división de su gran familia de los *Cyatocrinidæ*, la de los *Cyathocrinites*, que comprende géneros con los brazos ramificados sin pínulas y que no tienen más que una sola placa anal. Se-

gún ellos, ésta habría sido absorbida por las radiales en el género *Codiacrinus*. Los brazos de la parte ventral son desconocidos.

Pentremitidea cf. Gilbertsoni, Eth. y Carp.

(Lám. 3, figs. 9 y 10.)

El yacimiento de Santa Lucía me ha proporcionado sólo una especie de esta forma; la determinación específica de este ejemplar no puede ser rigurosamente establecida, porque está destruida la parte basilar, y el vértice deformado por consecuencia de una compresión lateral.

Cáliz subpiramidal, de tamaño relativamente grande, con vértice convexo de sección pentagonal muy marcada, y claramente estrellada por consecuencia de los cinco ángulos entrantes, ampliamente abiertos, que separan las lobas salientes formadas por las radiales. El máximo de anchura se halla situado un poco antes del primer tercio superior del cáliz. Las radiales son muy grandes, largas, profundamente cortadas por el seno, que se extiende sobre un poco más de la mitad de su longitud; la base de estas placas presenta una quilla muy saliente á lo largo de la línea central, hasta el punto de encuentro del seno radial, donde avanzan formando un saliente anguloso; por debajo de este último, el contorno lateral del cáliz se halla excavado en curva cóncava. Seno radial muy estrecho, de lados rectilíneos, lenta y gradualmente convergentes. Ambulacros muy curvos y un poco deprimidos con relación á los bordes del seno; las placas ambulacrales se hallan desgastadas y no se distinguen más que en algunos sitios; en uno de los senos se percibe la placa en lanceta, que asoma entre los fragmentos de las placas ambulacrales y que no ocupa toda la anchura del seno.

Inter-radiales (deltoides) apenas visibles cerca del peristoma, en el punto de inserción de las radiales; suturas inter-radiales situadas en depresiones bien marcadas. Peristoma deprimido, boca estrecha, rodeada por espiráculos muy pequeños, entre los cuales avanza la cresta de los deltoides; sólo la abertura anal queda libre.

Por su vértice redondeado, esta forma pertenece, evidentemente, al grupo de los *P. Gilbertsoni* y *angulata;* pero es de mayor tamaño. Se distingue del *P. Gilbertsoni* por la menor longitud de sus senos

ambulacrales relativamente á la altura de las radiales, lo que aumenta mucho el máximo de amplitud del cáliz, y no le da, como á la especie comparada, ese aspecto demasiado pesado con relación á la base («top heavy»), señalado por Etheridge y Carpenter. Además, la forma estrellada del cáliz, visto por encima, está mucho más acusada por consecuencia de los ángulos entrantes inter-radiales y el saliente de las quillas radiales; en fin, los espiráculos están divididos por las crestas de los deltoides, mientras que en la otra especie están libres y forman alrededor de la boca pequeñas aberturas redondeadas.

Esta forma se distingue claramente del *P. angulata* por su sección pentagonal, mientras que en este último es redondeada, ó más bien



Fig. 9.—Sección perpendicular á una de las áreas, aumento $\frac{8}{1}$.

subdecagonal, por consecuencia de la disposición saliente de los ángulos inter-radiales; además, los ambulacros son menos largos, menos anchos, y la boca mucho más reducida.

Una sección perpendicular á una de las áreas (fig. 9) ha mostrado, con mucha claridad, los sacos hidrospirales, en número de 9 á cada lado; en este corte se ve la placa en lanceta, muy alta, y por cima de ella dos placas ambulacrales muy estrechas, acompañadas en sus costados por las placas suplementarias: la sutura que separa las placas ambulacrales de las placas suplementarias, se ha hecho visible por consecuencia del crucero del espato, cuya orientación es diferente en cada lado de la sutura; esta diferenciación es todavía más manifiesta cuando se examina una preparación en placa delgada, á la luz polarizada.

Pentremidea, sp.

(Lám. 3, figs. 11 y 12.)

Además de la especie precedente, he estudiado también otros dos ejemplares de pequeño tamaño, de determinación indecisa. Pertenecen evidentemente al grupo de los *P. lusitanica*, *eifelensis*, *Rœmeri*; pero no concuerdan exactamente con ninguna de estas especies; es posible que correspondan á la última, y que pertenezcan á individuos jóvenes que todavía no adquirieron los caracteres de los adultos. Es de presumir que estos individuos, como los de la forma precedentemente descrita, procedan de una capa perteneciente al devoniano medio.

Miden tan sólo 7 mm. de largo por 5 mm. de ancho: su forma es subpiramidal; su vértice, redondeado y ligeramente aplastado en la parte central; la base, alargada, se adelgaza rápidamente, tomando forma conoide de sección triangular. El máximo de amplitud del cáliz se halla á los dos tercios aproximadamente de la longitud total, es decir, en la extremidad distal de las áreas ambulacrales; en este punto la sección es pentagonal, con zonas ligeramente deprimidas entre los ángulos radiales. Basales estrechas, largas, casi tan altas como la mitad de la longitud del cáliz; radiales oblongas con algo de quilla en la línea mediana, sobre todo en la extremidad del seno ambulacral; éste se extiende hasta la mitad de las radiales, y aun algo más allá. Ambulacros muy estrechos, de anchura casi uniforme en todo su recorrido; placas ambulacrales, en número de 18 á 20, un poco salientes sobre el borde del seno, y cubriendo por completo la placa en lanceta. No se ven los poros á consecuencia del mal estado de conservación de los ejemplares, y lo mismo ocurre respecto á los caracteres que se deducen del modo de estar ornamentadas las placas ambulacrales; cuando éstas han desaparecido, se perciben dos ó tres grietas hidrospirales á cada lado de la placa en lanceta. Espiráculos agrupados estrechamente alrededor de la boca, que es pequeña y pentagonal; estos espiráculos son muy pequeños y se hallan obstruidos en parte por una cresta mediana, que no es otra cosa más que la sola porción aparente de la prolongación de las inter-radiales (deltoides). La abertura anal no presenta cresta y queda completa-

mente abierta. Placas adornadas con líneas de crecimiento paralelas á su contorno.

En la figura 10 se representa un corte perpendicular al eje, y situado hacia la parte distal de los ambulacros; en él se ve la sección de los sacos hidrospirales, en número de 10 ó 12, según una disposición simétrica que parece concordar con el plano bilateral. La placa en lanceta se conserva solamente en dos de las áreas ambulacrales.

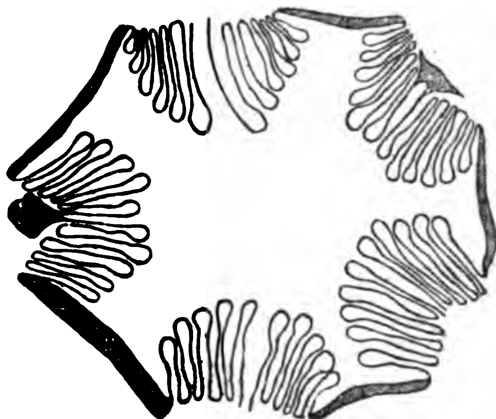


Fig. 10.—Sección perpendicular al eje, por la extremidad distal de las áreas ambulacrales, aumento $\frac{15}{1}$.

El espesor de las radiales varía según la dirección más ó menos oblicua del corte.

En esta forma el cáliz es mucho menos prolongado que en el *P. lusitanica*, y el ápice más redondeado é hinchado; los senos ambulacrales son más estrechos, de bordes casi paralelos, y descienden hasta la mitad de las radiales, á las cuales cortan más profundamente; estos caracteres bastan para distinguirla de la especie antes mencionada.

Con el nombre de *Pentremites eifelensis*, Schultze ha figurado dos ejemplares que posteriormente han sido considerados por Etheridge y Carpenter como representando dos especies distintas, para una de ellas, han conservado el nombre tipo, *P. eifelensis*, y á la otra la han

denominado *P. Rœmeri*. Me inclinaría á identificar la forma de que estoy tratanto con la primera, de la cual posee la mayor parte de los caracteres, si los espiráculos, ampliamente abiertos en el *P. eifelensis*, como también en el *P. Rœmeri*, no suministraran un carácter distintivo de cierta importancia.

En vista de estas dudas, y teniendo en cuenta el corto número de ejemplares de que he podido disponer, me ha parecido que era mejor, por el momento, describir y representar, sin darle nombre específico, esta pequeña forma, que, seguramente, más adelante se encontrará en mayor abundancia y mejor conservada.

Los blastoides parecen ser muy raros en Santa Lucía, puesto que entre los numerosos fósiles que se me han entregado no he podido encontrar más que tres ejemplares pertenecientes á este grupo. Su estudio me ha dejado algunas dudas, como acabo de decir, desde el punto de vista de la determinación específica, y por esto he recurrido á examinar simultáneamente un gran número de ejemplares de especies semejantes, pertenecientes á horizontes análogos y procedentes de los ricos yacimientos de Ferroñes y de Sabero, y he practicado cortes en muchos de ellos para darme cuenta de la organización tan complicada de este grupo. Naturalmente, me han servido de guía los trabajos de Rœmer, de Wachsmuth y Springer, de Hambach, y muy especialmente de Etheridge y Carpenter, cuya gran obra sobre los Blastoides no solamente suministra un excelente resumen de los trabajos anteriores, sino que también constituye una excelente monografía, sabia y muy completa. Aun cuando en los diversos estudios que se han hecho acerca de los blastoides se ha representado con figuras muy numerosas su constitución general, y particularmente la de las áreas ambulacrales, he buscado en vano un dibujo esquemático del conjunto. Rœmer había, es verdad, figurado un ejemplar en el cual las cinco áreas ambulacrales de un pentremites (*P. florealis*) mostraban, por consecuencia de un estado de desconchamiento más ó menos avanzado, la manera como están dispuestas las diferentes piezas que los constituyen ó que de ellos dependen; pero después de este trabajo, otros documentos más numerosos y ejemplares mejor conservados han suministrado indicaciones nuevas. En las 20 láminas del hermoso libro de Etheridge y Carpenter existen numerosas figuras que representan cortes ó fragmentos más ó menos alterados; reuniéndolas con el pensamiento, podremos ciertamente formarnos noción exacta de la estructura de un área ambula-

cral; pero en ninguna de ellas se encuentran agrupados á la vez todos los caracteres: así es que resulta bastante difícil darse cuenta de las relaciones de superposición ó de yuxtaposición de las diferentes piezas entre sí. En fin, una nota reciente de M. Steinmann (1) ha aportado nuevos documentos para el conocimiento de las áreas ambulacrales de los *Pentremitidæ*, dando á conocer la existencia de pequeñas placas que hasta aquí habían escapado á la observación. Por este motivo he tratado de reunir en una sola figura los diferentes caracteres de una zona ambulacral, tomada en la familia de los *Pentremitidæ*, y que participa más especialmente del género *Pentremitidea*, agregándole algunos caracteres observados en los *Pentremites*, á fin de dar una idea más completa de las piezas, en sus relaciones diversas entre sí. A este fin he dibujado una serie de zonas superpuestas que, según el estado de alteración más ó menos avanzado, muestran los diferentes aspectos bajo los cuales puede presentarse un área ambulacral, y al mismo tiempo una sección que pasa por la extremidad distal de aquélla y llega á la radial, con lo que se da á conocer la forma y la disposición de los sacos hidrospirales.

El área ambulacral, en el género *Pentremitidea*, se compone de una doble serie de placas independientes, dispuestas transversalmente con relación al eje del ambulacro, y que se designan bajo el nombre de placas ambulacrales ó de placas laterales (*pl*). Estas placas son de forma más ó menos alargada, según los géneros, y alternan dejando entre ellas sobre la línea mediana un surco en zig-zag (*sm, surco ambulacral central*); de este surco parten lateralmente surcos secundarios (*slx, surcos laterales*) un poco flexuosos, que corresponden á las suturas de las placas laterales, y cada uno de ellos va á parar á una pequeña cavidad. Cada placa tiene su superficie externa dispuesta en forma de caballete en toda su extensión, salvo en su extremidad distal, donde la arista se transforma en una depresión que termina en un poro (*p*). Cada poro está limitado posteriormente por una plaquita independiente de la placa lateral, y que se designa por los autores con el nombre de placa lateral externa ó placa suplementaria (*ps*). Las partes marginales de las placas laterales, dispuestas en talud y constituyendo el surco central y tam-

(1) Steinmann, *Ueber das Ambulacralfeld von Pentremites. Neues Jahrb. f. Min.*, 1894, t. II, págs. 79-85.

bién los surcos laterales, están adornadas con pequeñas nerviaciones oblicuas y alternantes.

Tal es el conjunto de caracteres que se observa frecuentemente en

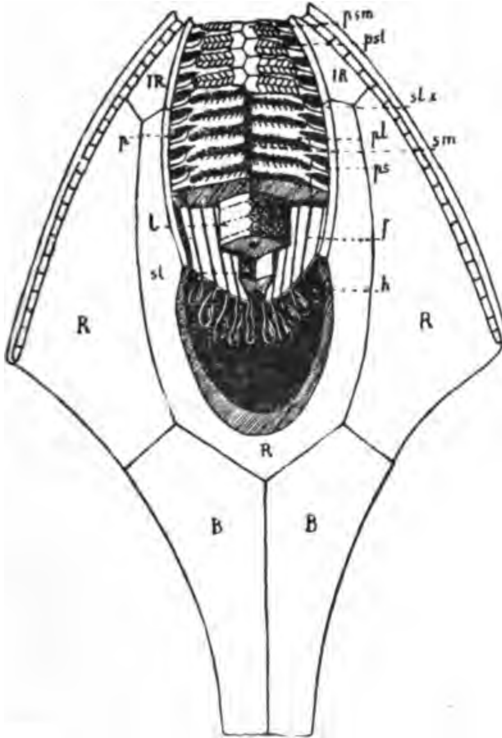


Fig. 11.—Representación esquemática de un *Pentremitidæ*.

B, basales; *R*, radiales; *IR*, inter-radiales ó deltoides; *psm*, placas de un surco central: *psl*, placas del surco lateral: *pl*, placas ambulacrales ó laterales; *ps*, placas suplementarias; *sm*, surco central; *slx*, uno de los surcos laterales; *p*, poro; *l*, lanceta; *sl*, sublanceta; *f*, una de las grietas de los sacos hidrospirales; *h*, sacos hidrospirales.

un área ambulacral: conjunto que puede mostrarse todavía más completo por consecuencia de la conservación excepcional de ciertos ejemplares. Así es que los Sres. Etheridge y Carpenter han descrito

un ejemplar de *Pentremites sulcatus*, en el que el surco central se halla normalmente cubierto por una doble serie de piececitas subpentagonales (*psm*) que alternan, y que forman sobre toda la longitud de este surco un aparato que lo cubre, análogo al que reviste los surcos ambulacrales de la bóveda de un *Cyathocrinus* ó de un *Platycrinus*. Además, Steinmann ha comprobado recientemente en un ejemplar perteneciente á una forma próxima al *Pentremites piryformis*, la existencia de una hilera doble de plaquitas alternantes que cubren cada uno de los surcos laterales (*psl*); este carácter, que sólo ha podido ser observado en un corto número de ejemplares provistos todavía de sus pínulas y cuidadosamente preparados, debe encontrarse en otros géneros, porque estas piezas concuerdan con las nerviaciones oblicuas que existen en todo el contorno de las placas laterales, y que se encuentran igualmente en un gran número de formas de blastoides.

Las placas alternas que forman la cubierta del surco ambulacral central (*psm*), y que he reproducido del dibujo de Etheridge y Carpenter, son mucho más grandes que las que Steinmann ha indicado como revistiendo los surcos laterales (*psl*); estas placas no corresponden á los pequeños surcos que irradian á la extremidad proximal de los surcos laterales de cada lado del surco central; y teniendo esto en cuenta, Steinmann ha emitido la hipótesis de que su tamaño, relativamente grande, puede ser debido á la soldadura de varias plaquitas primitivas, soldadura que se habría verificado durante el curso del desarrollo filogenético. Este carácter primordial se ha conservado, según este autor, en determinadas formas, y en particular en el *P. cf. Piryformis*, en el cual se encuentran las plaquitas muy pequeñas indicadas anteriormente como cubriendo el surco central.

Nuestra figura esquemática muestra, en la región apical, una serie de ocho placas laterales, en la que se observan todavía las piezas que cubren el surco central y los surcos laterales; otras ocho placas situadas debajo están desprovistas de estas piececitas, cuya conservación, como ya se ha dicho, es excepcional. Más abajo, en la misma figura, se da una sección de las placas laterales y de las placas poríferas, con la sutura que separa estas dos suertes de placas, y cuya existencia se manifiesta más claramente en los cortes, merced á la diferencia de orientación del crucero de la calcita.

En el género *Pentremitidea*, las placas laterales ó ambulacrales se tocan en la línea central, y descansan en su mayor parte sobre una

piececita (*l*), que se designa con el nombre de pieza en lanceta á causa de su forma; es necesario desprenderlas para que esta última aparezca al exterior, y esto suele ocurrir en la mayor parte de los ejemplares cuya conservación deja siempre más ó menos que desear. En ciertos géneros (*Pentremites*, *Mesoblastus*, etc.), las dos series de placas ambulacrales están separadas la una de la otra, dejando entre ellas un espacio libre que rellena la parte superior de la placa en lanceta: ésta se eleva entonces entre las placas ambulacrales formando una especie de cresta, en la cual se encuentran todavía el surco medio y el arranque de los surcos laterales. Esta pieza puede, á veces, ocupar más de un tercio de anchura del área ambulacral (*Pentremites pyriformis*). La línea de separación entre ella y las placas laterales es sinuosa y muy visible cuando los ejemplares están algo desgastados.

La pieza en lanceta, cuando se halla enteramente oculta por las placas ambulacrales (*Pentremitidea*, fig. 11, *l*), es ligeramente convexa en su parte superior, que conserva las huellas del lugar ocupado por estas últimas. Esta pieza se halla atravesada longitudinalmente, en su espesor, por un canal de sección circular (en ciertos géneros hay varios canales: por ejemplo, *Mesoblastus*, *Schizoblastus*); su cara inferior es aquillada y encaja en otra pieza situada debajo, llamada comunmente *sublanceta* (fig. 11, *sl*), y que en los cortes es frecuentemente muy difícil de distinguir de la lanceta propiamente dicha. He tratado de separar é individualizar estas dos piezas en la figura anterior, y de representar en perspectiva y en corte sus relaciones respectivas.

Todo este conjunto está encima de dos cámaras laterales muy rebajadas, cuyo suelo está formado por una laminilla muy delgada, plegada repetidas veces sobre si misma, de manera que produce depresiones en forma de bolsas prolongadas y paralelas (*sacos hidrospirales*) (fig. 11, *h*), que se presentan en el fondo del área ambulacral formando una serie de grietas longitudinales rectilíneas (fig. 11, *f*). La laminilla que constituye el aparato hidrospiral se halla fija por una parte al borde libre de las radiales, y por la otra á la base de la sublanceta; forma, no obstante, una pieza independiente, porque he podido comprobar la existencia de una sutura que las separa claramente de la base bifurcada de la sublanceta, y de otra situada cerca del borde de la radial.

Las pínulas (que no se han representado en esta figura por demás

complicada) se insertan entre los poros; su superficie de articulación consiste en dos facetas, una de las cuales ocupa la placa lateral, y la otra la placa suplementaria.

Cryphæus Munieri, Œhlert.

(Lám. 3, fig. 14.)

1850.—*Cryphæus Calliteles Munieri*, de Verneuil (Von Green). B. S. G. F. 28, tomo VIII, pág. 164, lám. 1, fig. 3 *a b c*.
1877.—Œhlert. B. S. G. F., 3.ª serie, tomo V, pág. 528, lám. IX, fig. 3, 3 *a*.

El género *Cryphæus* se estableció por Green en 1837 para dos especies del devoniano medio de América, *C. Boothi* y *C. Calliteles;* de Verneuil refirió á esta última una forma procedente de España, de la cual hizo la descripción y dió varias figuras, sacadas de los ejemplares encontrados en Sabero. Al propio tiempo que hacía esta asimilación, de Verneuil indicaba la existencia de ligeras diferencias que podrían dar lugar á separar las dos formas, mientras que comparando la especie española con un *Cryphæus*, de la Sarthe encontraba completa identidad. Esta manera de ver me parece muy justificada, y por consiguiente, referiré al *C. Munieri* y no al *Calliteles*, un pigidio encontrado en Santa Lucía, muy semejante á los de Sabero representados por de Verneuil, y que es una de las formas más abundantes en el devoniano del macizo armoricano.

Las figuras dadas por de Verneuil, lo mismo que el pigidio de que acabo de hablar, no concuerdan con ninguna de las numerosas variedades representadas por MM. Hall y Clarke; el *C. Munieri* parece ser una especie que tiene caracteres fijos: así lo he podido comprobar examinando numerosos ejemplares. Recordaré aquí solamente los caracteres del *pygidium*, refiriéndome para lo demás á la descripción y á las figuras que he dado anteriormente.

Los anillos del eje central pueden llegar hasta el número de 14, y los de las pleuras al de 6, de los cuales el último está poco marcado; los cinco primeros están profundamente surcados por una ranura que los divide en dos partes iguales, y que se interrumpe bruscamente en el limbo; éste se halla bien desarrollado, ligeramente

hinchado, con espinas laterales bastante largas y falciformes; la espina central, ancha en su base y puntiaguda en su extremidad, no rebasa las espinas laterales. Toda la superficie se halla cubierta de una granulación muy fina.

Las numerosas variedades que MM. Hall y Clarke han descrito y representado con el nombre de *C. Boothi* y *Calliteles*, á las cuales pudieran haber reunido en rigor, según el mismo método é igualmente á título de variedades: *C. Barrisi*, *C. Plione*, *C. Comis* (Hall), demuestran cuán múltiples pueden ser las modificaciones en esta forma.

Aplicando el mismo procedimiento á las especies del devoniano del O. de Francia y de España, y con el auxilio de materiales bien elegidos, pudiera igualmente llegarse á la conclusión de que, todas las especies de *Cryphæus* de la misma procedencia, no siendo más que variaciones de una forma común inicial, deben reunirse bajo un mismo nombre.

Pienso, en efecto, que todas ellas no son más que manifestaciones diversas y múltiples de un tipo muy *maleable*, y creo que no solamente se las podría reunir bajo una sola designación, sino que también se las podría agregar un cierto número de formas de América y de Alemania. No obstante, como no es posible apreciar exactamente el valor zoológico de ciertos órganos, cuya importancia no puede medirse por su tamaño, y cuyo objeto, ya ontogénico, ya filogenético, es desconocido, creo que es preferible, por lo menos temporalmente, separar estas formas, que se encuentran localizadas en determinados niveles, de los cuales son características. Un conocimiento más profundo de estos caracteres, basado en el estudio del desarrollo del individuo y de la raza, podrá solamente demostrar, más adelante, cuál ha de ser el agrupamiento más prudente que se debe adoptar, para reunir aquellas formas que, por un análisis minucioso, estuvieran ya de antemano separadas.

Cryphæus sublanciniatus, De Vern.

(Lám. 3, fig. 15.)

1850.—*Dalmania sublaciniata*, De Vern., Réun. Mans B. S. G. F., 2.ª serie, tomo, VII, pág. 778.
1853. — — Guéranger, *Essai Répert. Paleontol.*, *S. arthe*, pág. IX.
1856.—*Dalmanites* — De Verneuil et Barrande, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo XII, pág. 999, lám. XXVIII, fig. 2, 2*a*, 2*b*.

Esta especie ha sido indicada primeramente en el devoniano inferior de la Sarthe; también debe existir, según De Verneuil, en los otros yacimientos de la misma edad del O. de Francia; más tarde, De Verneuil y Barrande la encontraron entre los fósiles devonianos de alrededores de Almadén, y dieron una descripción, con figuras, de los ejemplares de esta localidad, á los cuales agregaron un individuo procedente de la Sarthe. Debe observarse que el *pygidium* y la cabeza se han encontrado siempre aislados, y que estas dos partes del cuerpo, figuradas en el trabajo antes citado, proceden de localidades diferentes. Siendo dudosa la atribución de estos fragmentos á una misma especie, me servirán de base para su descripción los caracteres del *pygidium*, que, por otra parte, ha sido el que se ha descrito primeramente. Siendo los más notables la forma de las espinas laterales y la ausencia de punta axial, cuyo lugar se halla ocupado por un ancho espacio que separa las dos últimas espinas laterales, y afecta forma de limbo.

A estas particularidades, que he encontrado igualmente en un *pygidium* de pequeño tamaño que pertenece evidentemente al *C. Sublanciniatus*, hay que agregar otros caracteres: el *pygidium* es relativamente corto, y en su eje central se cuentan de doce á catorce anillos, y nueve en las partes laterales. Sobre la prolongación inmediata de las cinco primeras pleuras, se encuentran espinas bastante desarrolladas. Estas cinco primeras pleuras se hallan separadas por un profundo surco que las divide longitudinalmente, según toda su extensión, hasta el nacimiento de la espina: no obstante, este ca-

rácter se debilita un poco en la quinta pleura para desaparecer inmediatamente en las cuatro últimas, las que, aun cuando todavía bien manifiestas, son cada vez más reducidas y rudimentarias. La porción comprendida entre las dos últimas espinas laterales forma una especie de limbo ligeramente puntiagudo en la dirección del eje, y representa indudablemente una espina central confundida con las espinas laterales, atrofiadas y anquilosadas, de las cuatro últimas pleuras. La superficie del *pygidium* está cubierta totalmente por una fina granulación; sobre el eje existe un ensanchamiento noduloso, poco perceptible, situado en el medio de cada anillo.

Las diferencias que pueden encontrarse entre los caracteres indicados y los que constan, ya en la descripción de De Verneuil y Barrande, ya en las figuras representadas por estos autores, dependen evidentemente, en parte, del estado de conservación de los ejemplares (el nuestro tiene el carapacho bien conservado, salvo en la extremidad de algunas espinas), y en parte de las variaciones individuales. Las figuras que MM. Hall y Clarke han dado del *Cryphœus Boothi* y de su variedad *Callitele*s, aun cuando no se adopte su manera de ver sobre la gran extensión que atribuyen á estos términos, demuestran cuánto pueden variar ciertos caracteres secundarios.

La desaparición de la espina central, ó por lo menos su estado rudimentario, es en cierta manera una excepción en los *Cryphœus*; no ha sido señalada más que en dos especies: *C. sublaciniatus* y *C. punctatus*, Stein (=*C. arachnoides*, Hœningh.); es de observar, en efecto, que la existencia de una espina única situada en la prolongación del eje, es un carácter que aparece desde el siluriano, y que con frecuencia se halla muy desarrollado en todo un grupo de *Dalmanites*. En cuanto á las espinas laterales, hasta ahora parecen propias de las especies devonianas: son las que han aparecido más tarde, y es de creer que sean las más persistentes. En efecto: en cierto número de subgéneros, su número y su tamaño van en aumento, mientras que la punta central tiende á desaparecer; tales son los subgéneros *Odontocephalus*, que no posee más que dos espinas posterolaterales, *Coronura* y *Cryphina*, cuyo número de espinas laterales aumenta á medida que las pleuras del *pygidium* se multiplican, mientras que el *C. sublacinatus* es un tipo de transición cuya espina central tiende á desaparecer, y en el cual se prevee, hasta cierto punto, según el aspecto de las pleuras, la aparición de espinas laterales cada vez más numerosas.

Si se examina la distribución vertical y horizontal del género *Cryphæus*, lo que primeramente llama la atención es un hecho localizado particularmente en el Cobleuciense y el Eifeliense; caracteriza, en efecto, las hiladas de esta edad en la región del Rin, y se encuentra igualmente en los depósitos de facies herciniense del Hartz. En cambio, no ha sido indicado en Bohemia, en las hiladas devonianas superiores á E. En las Ardenas no se han encontrado *Cryphæus*, y en Inglaterra este grupo no está representado más que por una sola especie, citada y figurada por Salter, y que parece ser sumamente rara. En el O. de Francia, por el contrario, desde el nivel de la arenisca con *Orthis Monnieri*, los *Cryphæus* son abundantes, lo mismo que en las capas con *A. undata*, mientras que son cada vez más raros en las capas con *Sp. Decheni* (=caliza de Erbray), y en la zona con *Phacops Potieri* (=grauvaca de Hierges). En el devoniano de España y en el del Bósforo, vuelve á encontrarse igualmente el género *Cryphæus*. En América, el género *Dalmanites* pasa sin gran modificación desde el siluriano al devoniano; pero desde la base del Cobleciense (Oriskany) se ven aparecer simultáneamente con él otros tipos relacionados al mismo en concepto de subgénero, y del cual derivan evidentemente. Entre éstos, los *Cryphæus* son los últimos que han aparecido y los que persisten más largo tiempo (parte alta del Cobleuciense); alcanzan su mayor desarrollo en el grupo de Hamilton, particularmente en el nivel de las pizarras de Hamilton, donde los otros subgéneros de *Dalmanites* no existen, y donde este género se halla representado solamente por una especie. En fin, todavía en la caliza de Tully, es decir, al nivel del Givetiense, se encuentra un último superviviente de esta serie.

Según estos hechos, se ve que el género *Cryphæus* se halla más especialmente localizado en las capas coblencienses del Rin y del Hartz, así como en las del O. de Francia, de España y del Bósforo (estas tres últimas muy semejantes bajo diversos puntos de vista), mientras que en América su aparición ha sido más tardía y su extinción menos rápida.

Cryphæus (Malladaia) Luciæ, nov. sp.

(Lám. 3, figs. 16 á 23.)

Otra forma, que pertenece como la precedente al grupo *Dalmanites*, está representada por un cierto número de *pygidiums* y de cabezas aisladas y por un individuo arrollado, incompleto; me hubiera sido difícil establecer las relaciones que existen entre estos fragmentos, á no haberme sacado de dudas un ejemplar que muestra en su lugar la extremidad del *pygidium* unida al reverso de una cabeza, que es como se presenta en los ejemplares arrollados. Los caracteres que á primera vista llaman la atención en esta especie, son: la granulación muy acusada que cubre toda la glabela, y la forma del *pygidium*. Además, se observa que las tres lobas laterales, tan distintamente señaladas en los *Dalmanites* típicos, están en éste muy desigualmente desarrolladas; mientras que en los dos pares anteriores son grandes y salientes, en el tercer par, al contrario, se hallan reducidas á un pequeño relieve poco aparente, que se hace apenas visible en ciertos individuos en los cuales desaparece casi enteramente en el surco occipital. El género *Dalmania*, creado por Emmrich en 1845 y transformado en *Dalmanites* por Barrande en 1885, por razón de sinonimia, sirvió primeramente para distinguir de los *Phacops* las formas provistas de lobas laterales muy acusadas; además, Barrande indicó como particularidades en estas formas: el contorno aguzado de las puntas genales; la extremidad de las pleuras, que terminan, generalmente, en puntas agudas; el mayor número de segmentos del *pygidium* (este último es más ó menos alargado, jamás transverso, y en ocasiones provisto de una punta caudal); en fin, la sutura facial que contornea la loba frontal queda siempre visible en la cara dorsal. Este mismo autor, por el examen de las especies recogidas en Bohemia y estudiadas por él, reconoció que estos caracteres diferenciales no eran absolutamente fijos y que podían modificarse afectando ciertas convergencias hacia los *Phacops*. Las numerosas especies encontradas á partir de esta época en el siluriano, y sobre todo en el devoniano, han demostrado que estas modificaciones pueden ser numerosas y alcanzar importancia bastante para permitir el establecimiento de subdivisiones. Basta recordar los caracteres deducidos de

la presencia de denticulaciones más ó menos pronunciadas alrededor del escudo cefálico (*Chasmops*, *Corycephalus*, *Odontocephalus*); de la de un largo prolongamiento espiniforme en la parte anterior (*Probolium*), ó también la existencia de espinas más ó menos numerosas alrededor del *pygidium* (*Cryphæus*, *Coronura*). A estos caracteres, cuyo valor genérico puede ser apreciado diferentemente, hay que agregar otras modificaciones más importantes deducidas de la fusión de las lobas laterales. Los recientes trabajos de M. Beecher han demostrado, en efecto, que la pentamerización del cefalon, tan acusada en la menor edad, tiende á borrarse y aun á desaparecer en los individuos más desarrollados; este carácter tiene, pues, una importancia real, y puede servir, cuando ya es fijo en determinadas formas, para establecer grupos naturales. Tales son los *Dalmanites* típicos, *sensu stricto* (=*Hausmannia*, Hall y Clarke), en los cuales las lobas laterales, que corresponden al segundo, tercero y cuarto segmentos cefálicos, se hallan siempre bien desarrolladas y muy claramente diferenciadas; los *Chasmops*, en los cuales las dos primeras lobas, anterior y media, se hacen coalescentes, mientras que la última queda rudimentaria; el género *Monorakos*, en el cual la fusión de las tres lobas es completa, de suerte que no existe más que una sola loba lateral.

La especie de Santa Lucía no entra en ninguna de las subdivisiones establecidas hasta ahora; pero participa de varias de ellas, y su principal interés estriba en que demuestra en este grupo de *Dalmanitidæ* la movilidad de ciertos caracteres, que tan pronto se desarrollan con exageración, como desaparecen completamente, estableciendo así lazos de unión entre las diversas formas.

Dedico esta nueva forma al Sr. Mallada.

Malladaia, nov. subgenerus.

Este subgénero está caracterizado por la forma ojival de su cabeza, la ausencia casi completa de la tercera loba lateral, la pequeñez relativa de los ojos, la granulación muy marcada de todo el céfalo tórax. Las puntas genales son muy cortas. El tórax tiene once segmentos, y las extremidades de las pleuras son redondeadas y se dirigen hacia adelante. En el *pygidinm* se cuentan igualmente once segmentos en el eje central y seis ó siete en las partes laterales; su con-

torno es liso, bien determinado, con muy ligeras ondulaciones en los bordes que corresponden á los segmentos laterales, é indican así una tendencia á la formación de espinas que no han llegado á desarrollarse. La extremidad caudal se prolonga formando una pequeña punta.

Si comparamos esta forma con los diferentes tipos subgenéricos de *Dalmanites* y con los *Phacops*, veremos que tiene caracteres que la aproximan alternativamente á estos diferentes grupos. Su granulación particular, tan acusada en la glabela, es excepcional en los *Dalmanites*, y recuerda, por el contrario, la ornamentación de ciertos *Phacops;* la pequeñez de las puntas genales y la terminación redondeada de las pleuras, constituyen también caracteres relativamente raros en los *Dalmanites*, y, por el contrario, habituales en los *Phacops*. La cabeza, por su contorno y sus caracteres generales, es, sin género de duda, la de un *Dalmanites;* pero el tener la tercera loba lateral abortada le separa de este género, *sensu stricto*, y le aproximaría al subgénero *Chasmops* si las lobas anteriores y medias, por su desarrollo y su individualidad muy marcada, no le separaran. En cuanto al *pygidium*, por su alargamiento, sus segmentos numerosos, etc., concuerda con los de los *Dalmanites* típicos del siluriano; pero no posee más que de una manera atenuada los caracteres que ordinariamente diferencian á los *Dalmanites* devonianos; por sus espinas apenas indicadas á cada lado del *pygidium*, forma un tránsito á los *Cryphæus*. Sólo conozco esta forma por trozos aislados; no obstante, el examen de los ejemplares dibujados y los que he estudiado, me han permitido reconstituir, esquemáticamente, el conjunto de este tipo, cuyos caracteres más salientes se representan en la figura adjunta.

Malladaia Luciæ, nov. sp.—Céfalo-tórax prominente, de contorno parabólico envuelto por un limbo en forma de cordoncillo continuo, bastante estrecho en el frente, más ensanchado en los costados, y circunscrito en el lado interno por un surco bastante ancho, de fondo redondeado. Contorno interno de la cabeza rectilíneo, hasta la inmediación de los ángulos genales, que se prolongan en dos puntas muy cortas. Glabela con una loba frontal muy dilatada, cuyo máximo de amplitud se encuentra hacia la mitad de su altura; desde este punto los surcos dorsales convergen hacia atrás, formando entre sí un ángulo muy abierto; después, cuando llegan á los dos tercios del céfalotórax, se dirigen bruscamente hacia la parte posterior y van á unirse al anillo occipital formando dos surcos paralelos rectilíneos, entre los

cuales se encuentra una porción saliente perfectamente limitada. Inmediatas al borde de estos surcos se encuentran, directamente superpuestas la una á la otra, las dos lobas anterior y media bajo la forma de gruesos tubérculos redondeados, mientras que la tercera loba, rudimentaria, casi nula, se halla reducida á un pequeño relieve muy poco aparente. La sutura no ofrece nada de particular; sus ramas van á terminar un poco hacia atrás del ojo.

Los ojos, bastante pequeños, no están separados del surco posterior del carrillo más que por un estrecho intervalo, hinchado longi-

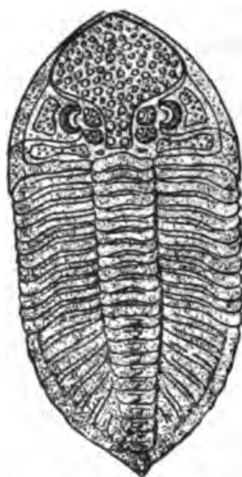


Fig. 12.—Figura esquemática de *Malladaia Luciæ.*

tudinalmente en forma de segmento. La loba palpebral es aplastada en su parte superior, y crescentiforme. Facetas oculares bastante separadas las unas de las otras, sin que, por lo general, su número exceda de cuatro, por filas verticales. Carrillos movibles, formando un talud de rápida pendiente. En el tórax no hay carácter particular que merezca consignarse, salvo el que las extremidades de las pleuras son redondeadas y se dirigen hacia adelante. El *pygidium*, muy prominente, es de forma prolongada, con bordes laterales que convergen rápidamente hacia la extremidad posterior, que se termina en una breve punta; se halla envuelto por un limbo generalmente hin-

chado y bien limitado, cuyo borde presenta ligeras ondulaciones ó dentelladuras, apenas visibles, las cuales corresponden al número de los segmentos laterales. El eje central se termina muy cerca del borde, por una extremidad redondeada; este eje, así como también las pleuras, tiene una especie de quilla longitudinal formada por una serie de nódulos más ó menos acentuados, que jalonan cada segmento. Toda la superficie del carapacho está cubierta de una granulación muy fina y muy apretada, á la cual se agregan, sobre la glabela, otros tubérculos grandes y redondos más ó menos espaciados, y que, á su vez, se hallan cubiertos por la fina granulación del resto de la superficie. Los tubérculos grandes, que siempre son visibles en el vaciado interno, ocupan la parte ancha de la loba frontal y también su prolongación hacia atrás, donde se encuentran dispuestos con cierta regularidad; faltan en los surcos dorsales y laterales y vuelven á encontrarse en las lobas laterales, en número de 8 á 10 sobre cada loba, pero son algo menores que los de la loba frontal; en fin, existen también, aunque mucho más pequeños y separados, alrededor de los ojos, en los carrillos móviles, mientras que el limbo sólo ofrece la fina granulación del resto del cuerpo.

Phacops potieri, Dayle.

1850.—*Phacops latifrons*, de Verneuil (Non Bronn). B. S. G. F., 2.ª ser., tomo VII, pág. 167, lám. III, figs. 1 y 2.
1850. — — de Verneuil, ibid., pág. 778.
1878. — *potieri*, Bayle, *Expl. Cart. geol. Fr.*, Atlas, lám. IV, figuras 7 y 10.
1882. — *latifrons*, Barrois, *Ter. anciens Asturies*, pág. 284.
1887. — *potieri*, Œhlert, *Ann. Sc. Zool.*, tomo XXIX, pág. 4, lám. I, figs. 1-7.

Esta especie parece ser bastante abundante en el yacimiento que estamos estudiando, á juzgar por los numerosos fragmentos que he visto; desgraciadamente se hallan demasiado incompletos y mal conservados para prestarse á un estudio riguroso de los caracteres. Sea como quiera, puede identificarse esta forma con la que en el macizo armoricano ocupa un nivel superior á la caliza con *A. undata*, y que es un equivalente de la grauvaca de Hierges; constituye así un nuevo lazo de unión entre las faunas devonianas, tan semejantes, de España

y del macizo armoricano. De Verneuil había también insistido acerca de la identidad de los ejemplares de la Sarthe con los de España, que él consideraba como una variedad del *P. latifrons*. Por lo demás, estos hechos no han pasado inadvertidos para los autores, que, al propio tiempo que los señalaban, han conservado unas veces á esta especie el nombre de *P. latifrons*, y otras han hecho una variedad aparte con el nombre de *P. occitanicus*. Al estudio que he hecho de esta forma en 1887, agregaré solamente que en Bohemia pueden hallarse otras semejantes y que, sin duda alguna, la representan, pero no se encuentra ninguna forma idéntica [1].

Cytherella cf. Subfusiformis, Sandb., sp.

(Lám. 3, fig. 13.)

1855.—Sandberger. Verstein. Nassau, pág. 5, lám. 1, fig. 3.

Carapacho alargado, extremadamente pequeño, muy inequivalvo, de forma semejante á un grano de habichuela minúscula redondeada en cada una de sus extremidades. Parte anterior más estrecha que la posterior; borde dorsal casi recto, un poco cóncavo hacia la parte delantera; contorno ventral convexo con su máximo de anchura hacia el primer tercio posterior del carapacho. Valvas débilmente convexas, lisas y muy desiguales: la derecha, que es con gran exceso la mayor, rebasa todo el contorno de la valva izquierda. No he podido comprobar ningún vestigio ocular.

No habiendo podido disponer más que de un solo ejemplar de esta pequeña especie, no me atrevo á darle un nombre nuevo, aun cuando en algunos detalles difiere de las figuras dadas por Sandberger, á no ser que los dibujos de éstas, como parece muy probable, no sean del todo precisos. El contorno de estas figuras, en tamaño natural, está conforme en absoluto con el de nuestro ejemplar, mientras que hay una en aumento que difiere por su forma ovalada mucho más regular; al mismo tiempo la valva derecha se indica rebasando sola-

(1) Novak, 1890, *Vergl. Stud. an Trilob. Pal. Abhandl. N. Folge, Band*, tomo I, pág. 27.

mente el costado ventral. En cuanto al pequeño punto ocular que en ella se representa, no he visto nada que se le asemeje en nuestro ejemplar.

La especie de Sandberger procede de las capas con *Stringocephalus* de Bensberg, cerca de Kolm, y también de las de Gerolstein, en Eifel.

Spirorbis lusitanica, nov. sp.

(Lám. 4, fig. 1.)

Concha de gran tamaño, en espiral, compuesta de una vuelta y media á dos, arrolladas aproximadamente en el mismo plano, subcilíndricas y aplastadas por el lado adherente. Boca redonda. Estrías de crecimiento, finas, apretadas, irregulares y muy flexuosas.

Se distingue esta especie del *Sp. omphalodes*, Goldf., que de Verneuil y Barrois han indicado en diferentes niveles del devoniano de España, por su tamaño mucho mayor á consecuencia del gran desarrollo de la última vuelta; las costillas de crecimiento son también más numerosas, siempre bien visibles y flexuosas.

Sp. arnonia, Goldf., es una pequeña forma que también se encuentra en los mismos niveles, pero que tiene laminillas de crecimiento muy distintas, muy separadas las unas de las otras, dándola un aspecto como anillado, y en la cual el crecimiento de las vueltas se verifica regularmente.

Sp. lusitanica es una especie mayor que la *Sp. intermedia*, Œhl., del devoniano inferior del O.; además, en esta última el ombligo está ampliamente abierto, y deja ver en parte la primera vuelta; las laminillas de crecimiento son salientes, imbricadas y nada flexuosas.

Spirorbis ornata, nov. sp.

(Lám. 4, fig. 2 y 3.)

Concha de menor tamaño que la precedente, con el mismo modo de arrollamiento, pero con vueltas algo más numerosas (por lo menos tres); estas vueltas, igualmente redondeadas, dejan entre sí, por

la parte opuesta á la superficie de adherencia, una cavidad infundibuliforme.

Boca redonda. El carácter que más particulariza á esta especie es su ornamentación, constituída por líneas de crecimiento que forman pequeños relieves redondeados, filiformes, muy sinuosos, distribuídos con irregularidad, bastantes distantes los unos de los otros, y atravesados por multitud de costillas muy finas longitudinales subrectilíneas, hasta tal punto próximas unas á otras que casi se tocan; se ven principalmente en los intervalos que separan los relieves transversales. Conozco de esta especie dos ejemplares solamente.

La manera de estar ornamentada impide confundirla con el *Sp. ammonia*, Goldf., y el *Sp. lirata*, Sandberger.

No he encontrado ningún fragmento que indique la presencia de cefalópodos; y lo mismo hubiera acontecido con los pterópodos, si entre unos fragmentos de roca no hubiera visto un pedacito de arenisca ferruginosa que contiene en gran cantidad jacillas externas de *tentaculites*. Este fragmento, que además contiene un *pygidium* de *Homalonotus*, indica evidentemente un nivel aparte, quizás equivalente al de la arenisca de Furada que M. Barrois ha descubierto en Asturias y que incluye en la base del devoniano.

En cuanto á los gastrópodos, no se hallan representados más que por ejemplares casi todos indeterminables. Citaré entre ellos un resto de *Murchisonia*, que pertenece, por la forma angulosa de sus vueltas de espira y por su faja del seno, estrecha y situada en la parte alta de éstas, al grupo de los *Goniostropha;* varios *Platyceras* próximos al *P. naticoides;* además otra forma que referiré al *P. compressus*, y, en fin, un *Agnesia*.

Platyceras compressus, Goldfuss.

Esta forma se halla caracterizada claramente por su espira corta y deprimida, reducida á una vuelta y media aproximadamente, y por la dilatación gradual de su última vuelta, que se termina por una boca ancha, situada particularmente en el borde posterior, y cinco ó seis veces más alta que el resto de la vuelta. Esta última, arrollada casi en un plano, está aquillada un poco por debajo del

medio de la parte dorsal. De Verneuil y M. Barrois habían ya indicado la presencia de esta especie en España, en las capas devonianas de Gudalperal y en la caliza de Moniello.

El tipo procede de Eifel, donde el autor la cita como rara.

Agnesia Chaperi, n. sp.

(Lám. 4, fig. 4.)

Concha pequeña, subdiscoide, de arrollamiento inverso, compuesta de cuatro vueltas de espira que se cubren muy poco y separadas por una sutura profunda. La faja del seno, limitada por dos quillas delgadas, es estrecha y está situada en la parte superior de la última vuelta, donde por lo demás aparece poco visible. Boca subcircular, ligeramente transversa. La ornamentación consiste en pequeños cordoncillos filiformes, de desigual grueso paralelos á la faja del seno. Esta clase de ornamentación, al propio tiempo que la brevedad de la espira, que apenas se percibe por encima de la última vuelta, no permite referirla á ninguna de las especies conocidas.

Las especies carboníferas, una de las cuales ha servido de tipo á Koninck para formar el género *Agnesia* (1883 = *A. acuta*, Phillips), tienen la espira mucho más alargada que la forma española, á excepción de *A. Ryckholtiana*, de Koninck, y aun ésta se distingue fácilmente por su amplio oblingo y por su ornamentación análoga á la de sus congéneres del carbonífero, y que consiste en pequeñas costillas muy oblicuas, que forman un ángulo agudo con la faja del seno. En cuanto á las Pleurotomarias de arrollamiento inverso del Devoniano de Villmar, descritas por los hermanos Sandberger, y que forman parte del género *Agnesia*, están muy distantes de la forma de Santa Lucía, pues son ya conoides, ya turriculadas, y, en todos los casos, muy diferentes por su ornamentación de la especie en cuestión.

Tanto los *Pelypodos* como los *Gastrópodos* están representados por ejemplares poco numerosos y poco interesantes; indicaré, por lo pronto, algunas formas pertenecientes muy probablemente al género *Nucula*.

La carencia completa de datos acerca de sus caracteres internos, y el reducido número de ejemplares, no me han permitido llegar á una determinación específica.

Modiomorpha? compressa, Goldf.?

(Lám. 4, fig. 5.)

Con mucha duda, tanto desde el punto de vista genérico como desde el específico, menciono esta especie, de la cual sólo poseo un ejemplar; sus caracteres internos no pueden observarse: por su forma general externa recuerda ciertas *Modiomorpha*, y específicamente ofrece semejanzas con una forma de Eifel que Goldfuss ha descrito y representado bajo el nombre de *Cardinia Compressa (Petref.*, pág. 208, lám. 159, fig. 16). Mi propósito ha sido, principalmente, dar una figura de esta forma, que otros investigadores podrán también encontrar en yacimientos análogos, con más abundancia y en mejor estado de conservación, lo cual permitirá llegar á una determinación más precisa.

Conocardium, sp.

Una sola especie de *Conocardium* se encuentra representada por un cierto número de ejemplares, todos ellos más ó menos defectuosos y deformados, y en los cuales los adornos exteriores, que hubieran podido contribuir á la determinación, se hallan muy desgastados. Su aspecto recuerda, como forma general, el *C. reflexum*, Zeiller; *C. Marsi*, Œhl., y *C. cuneatum*, Hall. En todo caso no puede ser asimilada al *C. clathratum*, d' Arch. y de Vern., por consecuencia de la compresión de la parte anterior de las valvas, que es abrupta, mientras la parte central es redondeada, hinchada y se une suavemente á la prolongación posterior.

Paracyclas proavia, Goldf. sp.

1840.—*Lucina proavia*, Goldfuss, *Petref. Germ.*, pág. 226, lám. 146, fig. 6.
1842. — — d'Archiac y de Verneuil, *Fos. Rhen. Prov.*, pág. 375, lám. XXXVIII, fig. 1.
1844. — — Rœmer, *Rhein. Uebergang*, pág. 78.
1846. — — Keyserling, *Geog. Beobacht, Petschora Land.*, página 256, lám. X, fig. 18.
1847. — — de Verneuil, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo IV, pág. 695.
1853. — — Steininger, *Geog. Beschr. Eifel*, pág. 53.
1860. — — Eichwald, *Leth Rossica*, tomo I, pág, 1.021.
1878. — — Stuckenberg, pág. 176.
1886. — — Wenjukoff, *Fauna dev. Syst. nordwertu, cent.*: Russland, pág. 172.
1887. — — Tschernyschew, *Fauna d. Devon d. Urals*, pág. 52-lám. VI, figs. 13 y 14.

Bajo el nombre de *Lucina proavia*, Goldfuss ha representado una especie de la caliza devoniana de Eifel, que ha sido después estudiada de nuevo por varios autores, tanto desde el punto de vista específico, como desde el genérico; comenzaré por observar que el ejemplar tipo de Goldfuss parece ser un individuo excepcional, y que evidentemente no representa la forma más común de esta especie, por lo demás algo variable: la escotadura antero-cardinal es con frecuencia menos profunda, el relieve de las valvas más acentuado, y la longitud excede á veces la altura de las valvas, sin que no obstante llegue á exagerarse, como en la *Lucina Dufrenoyi*, d'Archiac y de Verneuil.

El único ejemplar de que dispongo es un vaciado interno, que con toda seguridad refiero á la especie de Goldfuss, observando, no obstante, que nuestro ejemplar, menos hinchado que la mayor parte de los que figuran en las colecciones, se aproxima bajo este concepto al tipo; pero se halla menos claramente escotado anteriormente, y su diámetro longitudinal es más alargado.

Aun cuando los caracteres internos de esta especie sean desconocidos, la separaré del género *Lucina sensu stricto*, que no tiene representante en los terrenos paleozóicos, para incluirla, con los autores modernos, dentro del género *Paracyclas*, Hall, cuyo tipo, *P. elliptica*, no parece ser en América más que una forma representante de la especie del antiguo continente.

En España no se había indicado todavía la presencia de esta especie tan característica del devoniano medio. En la *Ardenne*, M. Gosselet [1] la cita exclusivamente en el Eifeliense y en el Giveliense. M. Schulz, en su estudio sobre la cuenca devoniana de Hillesheim [2], indica que existe en tres niveles en el devoniano medio de esta región: primeramente en la parte alta de las pizarras con Calceolas, en la caliza de Braquiópodos; después encima de las pizarras con crinoides, es decir, en la base de las pizarras con *Stringocephalus*, Burtini; y, en fin, en las pizarras con *Bellerophon*, que corresponden al nivel superior de estas mismas pizarras, es decir, á la parte alta del devoniano medio.

En Rusia, Keyserling [3] la había encontrado en la arenisca devoniana de Uchta, en la región de Petschora, y después M. Tschernyschew [4] ha precisado el nivel en que se encuentra en el Ural, y la indica en la parte superior del devoniano medio, en la zona con *Sp. Anossofi*, asociada al *Stringocephalus Burtini*.

En América, como ya hemos dicho, se encuentra con el nombre de *Paracyclas elliptica*, Hall, una forma que la representa, acerca de la cual M. De Verneuil había llamado la atención, en su estudio sobre el paralelismo de los depósitos paleozoicos de la América septentrional con los de Europa [5]. Y reunió las dos especies bajo el nombre de *Lucina proavia;* M. Hall [6], sin dejar de admitir esta aproximación, demuestra que pueden encontrarse caracteres diferenciales entre ellas, comparando los ejemplares de *P. elliptica*, de la caliza cornífera y de la caliza de Hamilton, con la figura que da Goldfuss. Pero, como hace observar Nettelroth [7], el ejemplar de los *Petrefacta Germaniæ* tiene sin duda caracteres excesivamente marcados ó exagerados por el dibujante, los cuales justifican esta separación, mientras que el examen comparativo de los ejemplares de las orillas del Rhin con los de Kentucky y de Indiana,

(1) Gosselet, 1888, *Ardenne*, págs. 405 á 407.

(2) Schulz, 1882, *Die Eifelkalkemulde V. Hillesheim*, págs. 192, 199 y 204.

(3) Keyserling, 1846, *Geol. Beobacht. Petschora*, pág. 256, lám. X, fig. 18.

(4) Tschernyschew, 1889, *Beschreib Cent. Urals*, pág. 348.

(5) De Verneuil, 1847, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo IV, pág. 695.

(6) Hall, 1885, *Pal. of N.-Y.*, tomo V, parte 1.ª, pág. 440, lám. 72, figs. 23-33; lám. 95, fig. 18.

(7) Nettelroth, L., 1889, *Fos. Schells Sil. Dev. Kentucky*, pág. 209, lám. 2, figs. 1, 2, 3.

muestra, al contrario, una semejanza tal, que toda distinción es imposible.

Paracyclas rugosa, Goldfuss, sp.

(Lám. 4, fig. 6.)

1840.—*Lucina rugosa*, Goldfuss, *Petref. Germ.*, pág. 227, lám. 146, fig. 9.

Con este nombre designaré un ejemplar que me parece conforme con el tipo de Eifel; aun cuando la superficie de la concha se halla un poco desgastada, se manifiesta en ella el mismo modo de agrupación de las estrías de crecimiento (con frecuencia reunidas en cordoncillos concéntricos salientes), igual contorno suborbicular y un corchete subcentral; es, por consiguiente, imposible confundirla con la especie precedente, que, por lo demás, es siempre de mayor tamaño.

Tanto para el *P. rugosa* como para el *P. proavia*, se encuentra en la América del Norte una forma representante: el *P. lirata*, Conrad [1], cuyas diferentes variedades ha descrito M. Hall [2], valiéndose de numerosas figuras.

Esta especie, que en un principio fué descrita bajo el nombre de *Posidonia lyrata*, no era desconocida para de Verneuil, quien la había asimilado á la *L. rugosa*, y que fundándose en esta identificación y en otras muchas, trató de establecer el sincronismo del devoniano de Europa con los tramos del *Corniferous* y del *Limestone Hamilton Group*.

Solamente después del examen de ejemplares más numerosos y mejor conservados que los que me ha sido dado examinar, tanto de España como de Eifel, y la comparación de éstos con los de América, podrá llegarse á conocer si existe verdadera identidad entre estas diferentes formas.

(1) Conrad, 1838, *Geol. Surv. N.-Y. Ann. Rep.*, pág. 116, fig. 12.

(2) Hall, 1885, *Pal. of N.-Y.*, tomo V, parte 1.ª, pág. 441, lám. 72, figuras 2-19; lám. 95, fig. 19.

Cypricardinia scalaris, Phil. sp.?

(Lám. 4, figs. 7 y 8.)

1841.—*Modiola scalaris*, Phillips, *Pal. Fos.*, pág. 137, lám. LX, fig. 62*.
1892.—*Cypricardinia scalaris*, Whidborne, *Monog. Fauna Dev. South. Engl.*, tomo II, pág. 5, lám. I, figs. 6 y 8.

Concha de pequeño tamaño, alargada, subromboidal, ligeramente inequivalva, muy inequilátera, con la línea cardinal larga, rectilínea, paralela al borde ventral; este último es un poco sinuoso; el lado anterior, corto y redondeado, se une al corchete por una línea casi recta; lado posterior muy alargado, un poco más ancho que el lado anterior y oblicuamente truncado. Nates salientes desiguales, de los cuales el derecho sale un poco más que el izquierdo; estos nates dominan una pequeña lúnula mal definida. Charnela angulosa. Valvas con una especie de quilla ó ensanchamiento redondeado, que atraviesa oblicuamente cada valva, desde el umbo hasta la extremidad postero-ventral de la concha; este relieve va acompañado en el interior de la valva, por una pequeña depresión mal limitada, que termina hacia el medio del borde ventral, donde da origen á una ligera sinuosidad; entre la quilla y el borde cardinal existe una parte deprimida que constituye una especie de orejera.

En la superficie tiene de siete á ocho laminillas de crecimiento muy marcadas, que presentan algunas diferencias en cada una de las dos valvas; en la de la izquierda estas laminillas están limitadas por un cordoncillo saliente filiforme, mientras que en la valva opuesta están imbricadas y dejan entre sí un estrecho surco bien marcado. Además, se observa una ornamentación común á las dos valvas, y que consiste en un fino entrelazamiento debido á dos sistemas de pequeñas costillas muy tenues, que se cortan oblicuamente, de manera que dan origen á pequeños rombos, muy visibles en las laminillas de crecimiento.

Observaciones.—Esta forma pertenece á un grupo muy extendido en el nuevo y el antiguo continente durante la época siluriana, y sobre todo en la devoniana. La polimorfía de los ejemplares, de-

bida principalmente á modificaciones en los contornos de las valvas, y al mismo tiempo cierta constancia que parece existir en el modo de ornamentación (por lo menos, según puede deducirse del examen de las figuras, que representan ejemplares con frecuencia desgastados), hacen las asimilaciones ó las diferenciaciones muy difíciles. M. Whidborne, en una obra que está en publicación sobre la fauna devoniana del Sur de Inglaterra, ha elegido el nombre específico más antiguo para designar esta forma, y ha denominado *Cypricardinia scalaris*, Phillips sp., á todas las especies, á las cuales Conrad, Rœmer, Hall, Billings, Barrande, Maurer y él mismo, habían dado nombres distintos (1). Sin adoptar por completo esta fusión, que me parece difícil de justificar *ex iconibus*, denominaré provisionalmente *Cypricardinia scalaris* á la especie de Santa Lucía, para la cual me parece inútil crear un nombre nuevo. En la descripción del tipo de Phillips, se dice que contiene 15 laminillas de crecimiento en forma de cordoncillos, número que se debe, sin duda, á la magnitud de la especie; además, se halla adornado de estrías finas paralelas á estos cordoncillos. M. Whidborne, que ha encontrado también en el Museo de Geología práctica el tipo de Phillips, así como también otros ejemplares procedentes igualmente de Berry-Pomeroy, ha comprobado, en un vaciado externo, la existencia de una especie de enrejado menudo, debido al entrecruzamiento de pequeñas costillas que se cortan oblicuamente. Observaré también que los ejemplares presentados por M. Whidborne son más hinchados que los nuestros, y que la lineal cardinal es más corta á consecuencia de la disposición del truncamiento de la extremidad postero-cardinal.

Entre las formas más próximas á la que describo, citaré *C. gratiosa*, Barrande, del siluriano f^2 de Konieprus (lám. 257, fig. 1), particularmente los ejemplares que llevan los números 11 y 15; no obstante, estos últimos tienen sus bordes cardinales y ventrales muy divergentes, lo cual determina un gran ensanchamiento de la parte posterior de las valvas. En la especie de Bohemia, la orejeta posterior cardinal es también menos larga y más ancha; pero el carácter más saliente consiste en el alargamiento del borde anterior, mucho más desarrollado, y que se une al umbo describiendo una curva marcadamente cóncava.

(1) Para la lista bibliográfica puede consultarse la de M. Wihdborne (loc. cit.), que es muy completa.

M. Barrois ha encontrado también, en la caliza devoniana de Erbray, una forma que refiere á la especie de Bohemia: es muy semejante á la que nos ocupa y podría identificarla con ella si fuera conocida la ornamentación.

En América, en el *Corniferous limestone*, asi como también en el tramo de *Hamilton*, se encuentra una especie descrita por Conrad bajo los nombres de *Cypricardites indenta* y *C. inflata* (1), y que M. Hall ha estudiado nuevamente (2). Esta especie representa, sin duda, las formas de Europa. Es mayor que los ejemplares de Santa Lucía; su contorno es un poco diferente; pero su ornamentación parece ser la misma. y pueden comprobarse, principalmente en ciertas variedades, caracteres análogos á los de nuestros ejemplares.

Chonetes.

El género *Chonetes* se halla representado por tres especies cuya determinación no puede ser rigorosa dada la escasez de los ejemplares, y, sobre todo, su insuficiente estado de conservación. Creo, no obstante, conveniente mencionar ciertas formas que, según los trabajos publicados, no parecen haber sido encontradas hasta ahora en España.

Trataré primeramente de un *Chonetes* pequeño, que identificaré al *C. Davousti*, especie que hace poco tiempo he separado del *C. Boblayei* típico, y que existe en el devoniano del Bósforo y en el de la Sarthe.

Le he descrito y representado teniendo á la vista un ejemplar del devoniano de Sablé; su forma es transversa, con 24 ó 26 costillas radiantes, redondeadas, rara vez dicótomas, á excepción de la proximidad del borde paleal. Pertenece al grupo del *C. embryo*, Barrande, y del *C. nana*, Verneuil.

Una segunda especie, análoga por su tamaño y forma general al *C. sarcinulata*, se distingue por su mayor número de costillas (90 á 100 en vez de 50), las cuales se multiplican por la intercalación de

(1) Conrad, 1842, *Journ. Acad. Nat. sc. Phill.*, tomo VIII, págs. 244-246, lám. 12, fig. 12; lám. 15, fig. 2.

(2) Hall, 1885, *Pal. of N.-Y.*, tomo V, parte 1.ª, pág. 485, lám. 79, figuras 6-23.

otras nuevas hacia la mitad de la valva. Se cuentan de diez á doce espinas cardinales, pequeñas, y dirigidas hacia afuera.

El número de costillas, menos considerable que en el *C. tenuicostata* (120 á 130), la forma, la disposición y el número de espinas, así como la existencia de una ligera concavidad excavada bajo el ángulo cardinal, permiten fácilmente distinguir estas dos especies.

En fin, otra especie mucho más grande sólo podría ser comparada al *C. dilatata*, Rœmer, aunque no obstante parece más transversa y mucho menos gibosa.

Leptæna rhomboidalis, Wolckens, sp.

Esta especie pertenece á un grupo perfectamente caracterizado, del cual se conocen representantes en el siluriano, el devoniano y el carbonífero. La insuficiencia de los materiales de que he podido disponer, no me permite entrar en el estudio comparativo de esta forma, cuya evolución á través de las faunas paleozoicas sería interesante seguir.

He adoptado el nombre de *Leptæna*, en acatamiento á las leyes de la prioridad. Esta reforma, que ni Davidson ni yo nos habíamos atrevido á hacer, se impone, como lo han demostrado MM. Hall y Clarke (1). La diagnosis del género *Leptæna* de Dalman (2), y sobre todo la figura que da Sowerby (3), á la cual hace referencia para la primera especie citada *(Producta depressa)*, así como también la que el mismo da en primer término *(Leptæna rugosa Hisinger)*, no dejan ninguna duda bajo este concepto.

(1) Hall y Clarke, *Pal. of N.-Y.*, tomo VIII, parte 1.ª, pág. 276.

(2) Dalman, *Upp tal. Beskr. Sverige Terebratulit. Koegl. Vetenskaps Acad. Handl. ford.*, 1827, págs. 93, 106 y 147, lám. I, figs. 1 y 2.

(3) Sowerby, *Mineral. Consch.*, lám. 459, fig. 3.

Davidsonina, sp.

(Lám. 4, fig. 2.)

Aun cuando sólo poseo un vaciado interno de una valva ventral, procedente de una capa de grauvaca, creo conveniente dar una figura de este ejemplar, bien conservado, cuyos caracteres son los siguientes: línea cardinal dentada en toda su longitud, dientes pequeños, cresta que envuelve las impresiones musculares, muy desarrolladas. Superficie miófora subcuadrangular, bastante alargada, mostrando los aductores en el centro rodeados por los diductores; sobre la línea central se ve una pequeña cresta, muy tenue, que se hace más saliente entre los diductores.

Orthothetes hipponyx, Schnur, sp.

(Lám. 4, figs. 9 á 11.)

1842.—*Orthis umbraculum*, d'Archiac et de Verneuil (non Schlotheim), *Fos. Rhein. Prov.*, pág. 396.
1845. — *crenistria*, d'Archiac et de Verneuil (non Phillips), *Fos. Pal. Asturies*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 458.
1848. — *devonica*, de Verneuil (non Keyserling), *Fos. Sabero*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII.
1850. — — de Verneuil, *Réun. Mans.*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII, pág. 781.
1851. — *hipponyx*, Schnur, *Progr. d. h. Bougersch.*, pág. 4.
1853. — *hipparionyx*, Schnur (non Vanuxem), *Brach. Eifel. Dunker et Meyer. Pal.*, tomo III, pág. 217, lám. 40, fig. 1, *a b c*.
1853. — *devonica*, Guéranger, *Répert. Pal. Sarthe*, pág. 11.
1856. — — de Verneuil et Barrande, *Fos. Almaden.*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo XII.
1866. — — de Verneuil, *Paleont. de l'Asie mineure*, pág. 34.
1869. — — de Verneuil, *App. à faune devon. du Bosphore*, página 486.

1870.—*Orthis cf. umbraculum*, Quenstedt, *Petref. Deut.*, lám. 56, fig. 35.
1871.—*Streptorhynchus umbraculum*, var. *gigas*, Kayser, *Zeit. Deut.*, *Geol. Gesell.*, vol. XXI, págs. 316, 319, 328, 336 y 371.
1871. — — var., *gigas*, Kayser, ibid., pág. 615.
1877. — — Barrois, *Dev. Rade Brest. Ann. Soc. geol. Nord*, tomo IV, pág. 78.
1877. — *gigas*, Œhlert (non M'Coy), B. S. G. F., 3.ª serie, tomo V, pág. 598.
1877. — *devonicus*, idem, ibid., pág. 598.
1877. — *umbraculum*, idem, ibid., pág. 599.
1878. — — ?, Kayser, *Fauna Devon. Harz*, pág. 197. pl. 29, figs. 1-2.
1882. — — Barrois, *pro parte. Ter. anc. Asturies*, pág. 239 (non pl. IX, fig. 2).
1886.—*Leptæna devonica*, Guillier, *Geol. Sarthe*, pág. 68.
1886.—*Streptorhynchus devonica*, Chelot, *Suppl. Geol. Sarthe*, pág. 17.
1888. — *umbraculum*, Stuart-Menteath, *Devon. Pyrén. Occid.*, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo XVI, página 41.

Concha de gran tamaño, cóncavo-convexa, de muy poco espesor, en general más alta que ancha, con la línea cardinal recta, que rara vez alcanza, aun en los adultos, la anchura máxima de las valvas situada un poco hacia atrás de la mitad de su altura. El contorno tiende á ser casi circular, por efecto de la curva, ligeramente redondeada, de las partes laterales y del borde frontal. Los ángulos cardinales son un poco aliformes; pero en los individuos que han alcanzado su completo desarrollo, no se prolongan jamás, en las extremidades de la charnela, en forma de ángulos salientes que exceden la anchura máxima de las valvas. La superficie está adornada de costillas radiantes, redondeadas, muy numerosas, que van desde el nates al borde paleal sin dicotomizarse, y creciendo en número por intercalación de una nueva costilla entre dos más antiguas y, por consiguiente, más grandes. Las que aparecen últimamente alcanzan con rapidez la importancia de las primeras. Las que tienen su origen no lejos del borde frontal, como no han tenido tiempo para adquirir todo su desarrollo, determinan una desigualdad en la dimensión de estos adornos: una costilla más gruesa alterna entonces con regularidad con otra más fina, salvo en algunos casos en que ésta ha podido alcanzar el tamaño de las primeras.

Esta intercalación tiene lugar según intervalos bastante regulares,

de tal suerte, que el número de las costillas radiantes aumenta rápidamente, llegando á contarse en el borde frontal hasta 18 ó 20 en un centímetro de anchura. Las costillas radiantes, separadas por intervalos un poco más anchos que ellas, están atravesadas por estrías de crecimiento finas y apretadas; éstas, en la mayor parte de los ejemplares, por lo general un poco desgastados, no son visibles ordinariamente más que en los intervalos; pero cuando se las ve pasar á las costillas, no producen ningún relieve dentado. La concha es bastante delgada.

Valva ventral, ligeramente convexa en la región umbonal, se hace después cóncava á consecuencia del levantamiento de los bordes laterales y frontales, carácter que se acentúa con la edad; las orejetas son ligeramente deprimidas, principalmente á lo largo de la línea cardinal. A veces existe una depresión suave medio-longitudinal, que puede acentuarse notablemente en ciertos individuos. Area bastante elevada, aplastada, con foramen ancho que cubre completamente al deltidium; éste es convexo, un poco escotado en su base, de manera que permite ver el talón del proceso cardinal; no existe abertura peduncular. El área es estriada longitudinal y transversalmente; además, se halla atravesada oblicuamente por dos líneas que parten del corchete ventral y terminan hacia la mitad de la distancia que separa los dientes de la extremidad cardinal. Valva dorsal regularmente convexa, salvo en las orejetas que se levantan á lo largo de la línea cardinal; área lineal; proceso cardinal bífido, cuya base, vista por el lado dorsal, lleva de cuatro á seis nervios radiantes, visibles por debajo del deltidium.

En el interior de la valva ventral, dos dientes fuertes, sostenidos por dos placas bien desarrolladas, se prolongan formando dos crestas divergentes que acompañan á las impresiones musculares de los diductores; éstas son grandes y separadas hacia adelante por una débil cresta central á la que rebasan por cada lado, dando al contorno anterior un aspecto bilobado; sobre la línea central, por detrás de los diductores, se encuentran englobadas las dos impresiones de los aductores, estrechas, alargadas, yuxtapuestas y poco aparentes.

En los vaciados internos de la valva dorsal se ve solamente el lugar de los bordes de las fosetas; las impresiones de los aductores apenas son perceptibles.

En su primera edad, esta especie es plano convexa, salvo en la región umbono-ventral; la concavidad de la valva ventral no aparece ni

se acusa más que en los ejemplares de gran tamaño; además, los individuos jóvenes tienen forma transversa, y sus ángulos cardinales son casi rectos. En la figura se representa un ejemplar pequeño, en el cual este último carácter se halla muy acusado.

En el vaciado interno, las costillas radiantes desaparecen con frecuencia casi en toda la superficie, no quedando aparentes más que en el contorno.

La larga lista bibliográfica con que se encabeza esta descripción, y la diversidad de nombres genéricos y específicos que en ella figuran, demuestran cuán difícil es establecer la sinonimia de esta especie; esto me ha inducido á hacer su historia y explicar los motivos que me han hecho adoptar el nombre de *hipponyx*, Schnur, nombre que fué abandonado por su mismo autor y olvidado por los paleontólogos.

Orthis hipponyx, Schnur, 1851.—Este es el primer nombre con que Schnur designó la especie que nos ocupa; desgraciadamente la reunió más tarde al *Hipparionyx proximus*, Vanuxem, 1842. Al mismo tiempo que hacía esta falsa asimilación, la diferenciaba del *O. umbraculum* y fijó sus caracteres, mencionando particularmente: su gran tamaño, la forma plana ó poco cóncava de su valva ventral, el contorno circular de las dos valvas, la convexidad de los bordes laterales, el lugar de la amplitud máxima, situada en los adultos por encima de la mitad de la concha, mientras que en los individuos jóvenes se encuentra en el borde cardinal ó cerca de él, la convexidad de la valva dorsal, con una ligera depresión medio-longitudinal, en fin, las costillas finas y redondeadas, en las cuales no se señalan relieves dentellados, de tal suerte que no se manifiesta el carácter particular del *O. umbraculum*, cuya superficie es áspera *como una escofina*, «rauh, vie eine Feile.»

Para hacer este estudio de alguna utilidad, examinaré sucesivamente las formas semejantes, con las cuales el *O. Hipponyx* ha sido generalmente confundido:

O. umbraculum, Schl., 1820.—Schlothein ha empleado este nombre para designar una forma del devoniano medio de Gerolstein; ningún dibujo acompaña á la diagnosis breve y poco precisa del autor, pero cuida de hacer referencia á una figura publicada anteriormente por Hüpsch [1], y que no deja duda alguna acerca de la identidad de esta

(1) Hupsch, 17....., *Nat. Gesch. N. D.*, tomo I, lám. I, figs. 1-2.

especie; más tarde, las figuras dadas por de Buch (1), y sobre todo por Schnur (2), así como la descripción que hace este último autor, han fijado con más certeza sus caracteres, que son los siguientes: forma transversa, la longitud de la línea cardinal excede en general algo á la anchura máxima de las valvas, concavidad muy acentuada de la valva ventral; el área dorsal, si bien es verdad que se halla mucho menos elevada que el área ventral, siempre está bien determinada; en fin, granulaciones dispuestas sobre la parte alta de las costillas radiantes, en la intersección de las estrías concéntricas de crecimiento. En cuanto á los caracteres internos, consisten en la presencia de placas dentales que se continúan en dos crestas, las cuales envuelven las impresiones de los músculos diductores poco desarrolladas, flabeliformes y de contorno subcircular. En la valva dorsal los bordes de las fosetas son bastante salientes; pero se interrumpen bruscamente para dar origen á los cruras; las impresiones de los aductores están separadas por una débil cresta septal.

O. umbraculum y *O. hipponyx* ocupan, por otra parte, como lo ha hecho observar Schnur, dos niveles distintos: la primera especie pertenece al devoniano medio, la segunda al inferior.

O. Undifera, Schnur, 1853.—Seguramente debe ser referida al *O. umbraculum*, del cual no es más que un sinónimo.

O. Hipparionyx (3), Vanuxem, 1843.—Es una forma francamente ortoide, de contorno subcircular por efecto de la poca extensión de la línea cardinal: en la valva ventral, los diductores están muy desarrollados y ocupan la mayor parte del fondo de la valva; son flabeliformes, excavados y están envueltos por un cordoncillo que parte de las placas foveales; una cresta septal central separa á los diductores, así como á los aductores; en la valva dorsal, la base del proceso cardinal se prolonga en un septum que divide á estos últimos. Estos caracteres han sido deducidos del examen de las nume-

(1) V. *Buch*, 1837, *Über Delthyris*, pág. 6, lám. I, figs. 5 y 6.

(2) Schnur, 1853, *Brach. d. Eifel*, pág. 216, lám. XXXVIII, fig. 2, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*: pl. XLIV, fig. *a*, *b*, *c*, *d*.

(3) Sería más exacto decir *Hipparionyx proximus*, porque, efectivamente, con este último nombre publicó Vanuxem esta especie (1843, *Geol. of the Third District*, pág. 124, fig. 4). La semejanza que ofrece esta forma con un *Orthis* indujo evidentemente á Schnur á transformar este nombre en el de *Orthis hipparionyx*. En todo caso, la cita bibliográfica de Schnur es exacta, y no puede haber lugar á duda sobre la especie á que hace referencia.

rosas é interesantes figuras que M. Hall ha dado de esta especie [1], y de las que sirven para ilustrar el género *Hipparionyx* [2].

Resulta de esto que en el devoniano de Eifel se deben distinguir dos formas: una de ellas *O. umbraculum*, de la hilada media; la otra, *O. hipponyx*, de la hilada inferior; esta última es la que he encontrado en Santa Lucía; para facilitar la comparación y para precisar mejor todavía las diferencias que existen entre estas dos formas, doy una figura característica de Gerolstein (lám. 4, figs. 8 á 11).

De la misma manera que es útil separar estas dos especies, debe también distinguirse el *O. umbraculum* del devoniano medio, de la forma del devoniano superior de Ferques y de Voroneje (Rusia), como lo hizo ya de Verneuil [3].

Siguiendo este mismo grupo dentro de los tiempos, se encuentran en el carbonífero formas análogas, que se relacionan evidentemente al mismo origen; pero que deben distinguirse de las especies devonianas, á las cuales debe conservárseles el nombre de *Crenistria*, bajo el cual Phillips las ha designado [4].

Establecida así esta sucesión de formas, resta por ver si se confirma en todas las regiones, por lo menos en lo que se refiere á las dos especies que nos ocupan más particularmente: *O. hipponyx* y *O. umbraculum*.

Inglaterra.—Con el nombre de *Umbraculum* designa Davidson las formas del devoniano medio, y las distingue de las del devoniano inferior de Loe, que asimila al *O. hipparionyx*, Schnur (no Vanuxem) [5].

Oeste de Francia.—En esta región, donde las faunas del devoniano inferior se hallan profusamente representadas, se encuentra también la especie propia de este tramo. Todos los geólogos han cuidado de distinguirla del *umbraculum;* sea cualquiera el nombre genérico adoptado (*Orthis*, *Leptæna*, *Streptorhynchus*), esta forma figura en todos los catálogos; pero desgraciadamente bajo un nom-

(1) Hall, 1859, *Pal. of N.-Y.*, tomo III, pág. 407, lám. 89, figs. 1-4; lámina 90, figs. 1-7; lám. 91, figs. 4 y 5; lám. 94, fig. 4.

(2) Hall Andclarke, 1892, *Pal. of N.-Y.*, tomo VIII, lám. IX, figs. 33-36, y lám. XV *A*, figs. 9-11.

(3) De Verneuil, Murgh y Keys, 1845, *Fal. Rusia*, pág. 195, lám. XI, figura 4, *a b c*.

(4) Phillips, 1836, *Geol. of Yorkshire*, tomo II, lám. IX, fig. 6; Davidson, 1864, *Brit. Rev. Brach.*, pág. 76-82, y 1850, *Car. Brach.*, pág. 124.

(5) Davidson, 1864, loc. cit., pág. 90, lám. XVII, figs. 8-11.

bre específico (*devónica*), que no puede ser conservado, porque esta denominación es el resultado de una confusión de de Verneuil (1), quien quiso identificar la especie del O. de Francia con la que Keyserling (2) había descrito con el nombre de *O. crenistria*, var. devónica, y que d'Orbigny ha erigido en especie (3).

O. crenistria, var. devónica, Keyserling, es una forma con nates muy altos, y que, por consiguiente, tiene un área muy desarrollada; en la valva ventral, que es prominente, no existen, según la figura, tabiques dentales ni crestas envolviendo las impresiones musculares. Además, desde el punto de vista del nivel en que se la encuentra, haré observar que ocupa un horizonte especial, asociada al *Sp. Anosofi*, *Rh. Meyendorfi*, ó sea la parte superior del devoniano ($D_2^1 b$) de los geólogos rusos (4).

La determinación hecha por de Verneuil se indica simplemente en el catálogo de los fósiles devonianos del departamento de la Sarthe, y no habiendo podido ser comprobada por consecuencia de ser la obra de Keyserling sumamente rara, se ha propagado el error en todas las colecciones, y de éstas á las publicaciones, resultando que se ha continuado designando bajo el nombre de *devónica*, esta forma tan común en ciertas capas del nivel con *Athyris undata* (5).

Bósforo.—También aquí, con la fauna característica del devoniano inferior, se encuentra el *O. hipponyx*, que de Verneuil, en conformidad con su equivocación, denomina *O. devónica*.

Alemania.—En Alemania, donde los tipos de *umbraculum* y de *hipponyx* han sido descritos y dibujados por primera vez, la distinción entre las dos especies ha sido unas veces admitida y otras rechazada. Quenstedt, con el nombre de *Orthis umbraculum*, representa ejemplares que están conformes con el tipo (6). En cuanto al ejemplar del devoniano inferior procedente de la grauvaca del Rhin, tiene el cuidado de designarla como *cf. umbraculum* (7).

(1) De Verneuil, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII, pág. 781.

(2) Keyserling, 1846, *Reis Petschora Land. Geol. Beobacht*, pág. 221, lámina VII, figs. 7, 7 *a*, 7 *b*, 7 *c*.

(3) D'Orbigny, *Prodr.*, tomo I, pág. 90.

(4) Keyserling, 1867, *Faune mit u. ober Devon. d. Urals*, pág. 208.

(5) En su estudio acerca de la fauna de la caliza de Erbray, M. Barrois ha puesto de manifiesto, con muy buen criterio, las diferencias que existen entre la especie en cuestión y el *umbraculum*.

(6) Quenstedt, *Petref. Germ.*, lám. 56, figs. 23, 24, 25.

(7) Quenstedt, ibid. ibid., fig. 35.

Por otra parte, M. Kayser, en sus eruditos trabajos acerca de las faunas devonianas de Eifel, del Harz, etc., ha considerado en un principio como variedad (var. *Gigas*, M'Coy) [1] la especie que nos ocupa, y que se encuentra hasta en el nivel con *cultrijugatus*, por debajo del cual el verdadero *umbraculum* existe solamente [2].

Algunos años más tarde, en 1878, en su estudio sobre el devoniano inferior del Harz [3], el mismo autor indica, con duda, la presencia del *S. umbraculum*, y con certeza la del *S. devonicus*; el examen de las figuras que corresponden á las diagnosis parece demostrar que esta última especie existe sola; todas, en efecto, presentan los mismos rasgos particulares: la valva ventral, al principio convexa en la región del nates, se excava ligeramente y presenta una curvatura especial, cuyo carácter se manifiesta bien en los perfiles que acompañan á cada figura. Lo mismo ocurre con los *Streptorhynchus* del Coblenciense, representados como términos de comparación en el trabajo sobre la fauna del Hauptquartzit del Harz [4]; estos vaciados nos muestran, no solamente la forma característica de la valva ventral, sino también la disposición de las placas dentales, limitando las impresiones de los diductores en esta valva, y en la dorsal la forma de los bordes de las fosetas, caracteres que encontramos igualmente en todas las especies del devoniano inferior de Inglaterra, de Francia y también de España, como lo demuestran los ejemplares encon-

(1) El nombre de *Gigas* se ha empleado, no obstante, inexactamente en este caso, y no puede servir para designar una forma de este grupo, porque M'Coy, describiendo el tipo de esta especie, indica entre los caracteres distintivos la disposición de costillas radiantes principales, entre las cuales se cuentan de cinco á nueve costillas más finas.

La misma reflexión se aplica á la especie que M. Maurer representa igualmente bajo este nombre (*Neuesj. Jahrb.*, tomo I, pág. 4, lám. 1, figs. 1-4), y en la cual «las valvas están cubiertas por numerosas costillas angulosas, que se multiplican por dicotomías.»

La existencia de costillas finas, agrupadas en haces de dos ó de cuatro, y alternando con costillas radiantes más fuertes, es un carácter que existe en en el *S. protaniolata*, Maurer, especie que este último autor ha separado con justo motivo del falso *S. Gigas*.

(2) Kayser, 1871, *Zeit. D. Geol. Gesells*, tomo XXIII, págs. 316, 319, 328, 366 y 371.

(3) Kayser, 1878, *Fauna Alt. Rev. Harz*, págs. 190-197, lám. 29, figs. 1-2; lám. 29, figs. 3-4.

(4) Kayser, 1889, *Fauna d. Hauptquartzit*, págs. 100 á 103, lám. XVIII, figs. 1 á 5.

trados en Santa Lucía que he descrito anteriormente, y de los cuales doy las figuras correspondientes.

ESPAÑA.—El *O. hipponyx* era conocido desde hace mucho tiempo en las capas del devoniano inferior de España. Citado al principio con el nombre de *Orthis crenistria*, por d'Archiac y de Verneuil [1], fué después denominado por este último autor [2] *Ortis devónica*, d'Orbigny, á consecuencia del error señalado anteriormente. «Se aproxima mucho, dice de Verneuil, al *O. umbraculum*, cuyas estrías presentan una denticulación que no se ve en ésta. La habíamos considerado como una variedad; pero d'Orbigny ha creado una especie con el nombre *Leptæna devónica* [3].»

Después, M. Barrois, 1877, en su interesante estudio acerca del paleozóico de Asturias [4], de acuerdo con ciertos autores alemanes, la menciona bajo el nombre de *Streptorhynchus umbraculum*. Haré observar, no obstante, que supone que esta especie se extiende desde el Coblenciense hasta el Frasniense inclusive, y que reconoce que el estudio comparativo de las diversas formas de estos grupos no ha dado todavía más que resultados vagos y poco precisos; en fin, hace

(1) D'Archiac y de Verneuil, *Fos. Pal. Asturien*, B. S. G. D. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 458.

(2) De Verneuil, *Foss. Sabero*, P. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII, pág.

(3) El Sr. Mallada (*Sinopsis*, pág. 73, lám. X, figs. 1-4) ha mencionado en el devoniano de España el *S. crenistria* Phil., sp.; pero me inclino á pensar que esto es resultado de un error tipográfico, porque su descripción es reproducción de la diagnosis de Davidson para la especie carbonífera, y sus figuras son idénticas á las que se encuentran en la misma obra. (Vide Davidson, *Brit. Carboniferous Brachiopoda*, págs. 124-127, lám. XXI, figs. 5 y 6, y lám. XXVII, figs. 3 y 4.)

(4) Barrois, 1882, *Ter. Am. Asturias*, pág. 239. M. Barrois representa como simple variedad de *Streptorhynchus umbraculum* una forma que, por el poco desarrollo de su línea cardinal, la convexidad de su valva ventral con nates prominentes, su manera particular de ornamentación, debida á costillas finas y apretadas, interrumpidas por paradas de crecimiento muy marcadas y por sus áreas oblicuas, se aleja demasiado del tipo de Schlotheim para poder conservarse junto á él. Sus caracteres internos no son conocidos desgraciadamente; pero su forma externa demuestra que ya en el devoniano superior (caliza de Candas) es como un precursor de ciertos *Streptorhynchus* del carbonífero, y también de ciertas *Derbya* del *Upper Coal Measure* (*Derbya*, Broadheadi Hall y Clarke, *Pal. of N.-Y*, tomo VIII, lám. XI *A*). Sus relaciones con el *Orthis distorta*, Barrande, E. de Bohemia, me parecen más dudosas; proponemos para ella el nombre específico de *Barroisi*.

constar que los ejemplares encontrados en el devoniano inferior no presentan ningún carácter que permita separarlos de los ejemplares de la misma edad del O. de Francia. Nos queda ahora por examinar cuáles son los motivos que me han inducido á incluir esta especie dentro del género *Orthothetes.*

En toda la serie paleontológica, desde el siluriano hasta el permiano, se encuentra un grupo muy homogéneo que, por una parte, se relaciona con los *Orthidæ,* y por otra con los *Leptænidæ,* teniendo caracteres de cada uno de ellos. Por muy compacto que sea este grupo, los autores han acabado por dividirle en cierto número de géneros, que son los siguientes: *Orthothetes,* Fischer, 1850; *Hipparionyx,* Vanuxem, 1843; *Streptorhynchus,* King, 1850; *Meekella,* White et S.-John, 1868; *Derbya,* Waagen, 1884; *Kayserella,* Hall y Clarke, 1829. En cada uno de estos géneros, los caracteres externos, con frecuencia engañadores en los braquiópodos, son muy variables: ciertos *Streptorhynchus* se pliegan como los *Meekella;* los *Derbya* toman en ocasiones el aspecto de los *Orthothetes* ó el contorno de los *Streptorhynchus;* en fin, entre los *Hipparionyx* y ciertos *Orthothetes,* no existe exteriormente más diferencia que la de tener un contorno más circular. Un carácter particular del conjunto del grupo, y que también se encuentra más ó menos acentuado en todas las especies, consiste en la forma de la valva ventral, que es generalmente menos profunda que la dorsal. Prominente en la región umbonal, se aplasta en seguida y llega á ser cóncava en las formas adultas. Indicaré también la tendencia á la desigualdad de las partes laterales y una deformación muy frecuente en el nates ventral, que se dobla ó se encorva. No existe abertura peduncular, hallándose ésta completamente cerrada, por lo menos en el estado adulto, por un deltidium enteramente soldado (1). La ornamentación es

(1) MM. Hall y Clarke (loc. cit., pág. 256) han indicado también la existencia de un deltidium en la valva dorsal (*Orthothetes subplana,* por ejemplo); no creo que pueda darse esta denominación al relieve triangular que se encuentra en el centro del área dorsal: esta protuberancia que presenta, en verdad, una analogía aparente con el deltidium ventral, no puede serle comparada no teniendo ni la misma textura, ni el mismo origen, ni el mismo destino. Ya he propuesto designarla (*) bajo el nombre de talón de proceso cadinal.

(*) D.-P., Œhlert, 1887, in *Man. Fischer,* pág. 1.199.

del mismo orden en todas las especies: consiste en costillas radiantes, no dicótomas, que se multiplican por intercalación; si además de las costillas se presentan pliegues radiantes, parecen á primera vista ser herencia del género *Meekella;* pero, sin embargo, esta misma disposición se encuentra en simples variedades de *Streptorhynchus.*

Siendo el exterior en este grupo, como en otros, insuficiente para

Después MM. Hall y Clarke, en un trabajo reciente, le han dado el nombre de *Chilidium.* «La cubierta del delthyrium (abertura triangular que sirve para el paso del pedúnculo) en la valva braquial, no está constituída, dicen, más que por una sola placa, el *chilidium*, cuyo desarrollo se verifica después del *deltidium*, de tal manera que no es de estructura antigua (*).» Haré observar primeramente que en los braquiópodos articulados no hay abertura peduncular, propiamente dicha, en la valva dorsal ó braquial; ésta puede á veces tener su vértice escotado, como por ejemplo, en el *Mühlfeldtia truncata;* pero en este caso no es más que una ampliación complementaria de la abertura peduncular. ya muy grande, sin embargo, de la valva ventral. Como en las especies de este grupo no existe proceso cardinal, los músculos diductores se insertan directamente en el vértice de la valva sobre el borde de la escotadura.

En otras formas que tienen un área cardinal dorsal, en ciertos grupos de *Orthidæ*, por ejemplo, se ve en el interior en la cavidad triangular situada en el vértice de la valva y limitada lateralmente por las placas foveales divergentes, el proceso cardinal formando una protuberancia, en la cual se distinguen dos partes bien distintas: 1.°, en el vértice, por la parte interna, las superficies de inserción de los diductores; 2.°, en su base, por el lado externo, una superficie saliente, triangular, un poco convexa y estriada transversalmente como el área. Las estrías de crecimiento de esta superficie corresponden á las diferentes fases del proceso cardinal, que se desarrolla y se eleva más y más á medida que crecen las valvas; en efecto, la valva dorsal haciéndose más grande y, por consiguiente, más pesada, es necesario que el proceso, es decir, el brazo de palanca, se alargue en una cierta proporción, para hacer más fácil el movimiento de abertura de la concha; y al mismo tiempo que crece el proceso, su base toma naturalmente mayor importancia, tanto en longitud como en anchura. La morfología de esta base se sigue gradualmente desde las formas en las cuales el proceso sale en la mitad de la cavidad angular determinada por las placas foveales *(Rhipidomella Michelini*, Lev., etc.), hasta aquéllas en las que se ensancha y se reúne al área *(Orthothetes subplana*, Conrad), para constituir el pseudodeltidium dorsal de los antiguos autores. En ningún caso he podido comprobar la existencia de una laminilla especial segregada para cerrar una abertura.

(*) Hall y Clarke, 1892, *Yntrod. Study of Brach.*, pág. 167, 11an, *Rep. State Geol.*, *fort*, 1891.

determinar los géneros, se ha recurrido á los caracteres internos, que parecen más fijos y más importantes, tales como la forma del proceso cardinal, la ausencia ó la presencia de placas dentales ó foveales más ó menos desarrolladas en las dos valvas, la disposición de las impresiones musculares, y, en fin, la existencia ó ausencia de crestas septales.

Aun así, resulta casi imposible incluir en una diagnosis precisa una serie de especies con los mismos caracteres comunes, de manera que se forme un grupo homogéneo; se encuentran siempre algunas que, ya individualmente, ya en alguno de sus estados de desarrollo, poseen otros caracteres propios de los géneros inmediatos. Así es que entre los *Orthothetes*, que, para conformarse con la diagnosis general, no deberían tener placas dentales, las tienen el *O. subplana*, *O. chemungensis*, var. *Pandora*, *O. Woolworthana*, especies en las cuales este carácter es siempre aparente y aun, en ocasiones, muy acentuado. La granulación en las costillas debe ser considerada como un rasgo de ornamentación específica y no genérica, porque no existe en todas las especies. En cuanto al proceso bífido, se le encuentra á la vez en el *Hipparionyx* y en el *Streptorhynchus*.

Por lo que concierne al género *Hipparionyx*, es posible que pudiera justificarse el restringirlo á una sola forma francamente ortoide, *H. proximus*, Vanuxem. No obstante, por lo que se refiere al *Leptæna unguiformis*, Conrad, que MM. Hall y Clarke han referido á este género, no he podido formar opinión, en vista de que esta especie no ha sido jamás descrita y de que es puramente nominal.

Opino con estos sabios, que sólo de una manera muy dudosa puede ser referido al género *Hipparionyx*, el *Orthis*, representado bajo este nombre por Davidson, el cual tiene una línea cardinal mucho más desarrollada é impresiones musculares confinadas á la región cardinal. Las mismas consideraciones pueden aplicarse á los ejemplares, muy deformados, de la lám. XVII, figs. 8, 9 y 10 (*Brach. Dev.*), que Davidson ha encontrado en el devoniano inferior de Loe, y al *Orthis hipparionyx*, Schnur, que no solamente no se adaptan á la especie de Vanuxem, sino que no pueden ser referidos al género *Hipparionyx*.

Este último género, no sólo tiene un número de especies restringido, sino que además son pocos sus caracteres particulares: la existencia de placas dentales sólidas en la valva ventral, el área lineal en la valva dorsal y la presencia de un débil septum central en las dos

valvas, son caracteres que existen también en ciertos *Orthothetes*.

Estas consideraciones me han llevado, naturalmente, á atribuir la especie de Santa Lucía al género *Orthothetes*, que por lo demás, es el más antiguo del grupo. He titubeado tanto menos en esta elección, cuanto que MM. Hall y Clarke incluyen igualmente en este mismo género formas tales como el *O. Woolworthana, O. deformis, O. desideratus*, que no son en el siluriano, el devoniano y el carbonífero de América más que formas representativas de la especie en cuestión.

Stropheodonta Bertrandi, nov. sp.

(Lám. 5, fig. 1.)

Esta especie se halla representada solamente por una valva ventral, de la cual doy la figura correspondiente; es transversa, regularmente convexa y está cubierta de pliegues radiantes agudos, separados por intervalos cóncavos bastante anchos; el número de estos pliegues va en aumento por la aparición de otros más pequeños que se intercalan á distancias variables; además, existen estrías radiales, finas y muy numerosas, que cortan á otras estrías concéntricas debidas al crecimiento. No se ve indicio alguno de fasciculación.

Bajo el nombre de *Leptæna? nobilis*, M'Coy, Davidson [1] ha representado una especie que tiene algunos caracteres comunes con la de Santa Lucía; la forma de los pliegues radiales y de sus intervalos, asi como la ornamentación de la valva, son, en efecto, análogos; sin embargo, creo que no se debe identificar á ella nuestra especie, sobre todo comparándola con las figuras originales de M'Coy [2], que representan ya una especie de relieve productoide, ya un tipo comprimido y hasta tal punto deformado, que no es posible hacer confrontación alguna.

Los caracteres internos de esta especie y de las dos siguientes me son desconocidos, y por esto he adoptado provisionalmente el nombre genérico de *Stropheodonta*.

(1) Davidson, *British. Devon. Brach.*, pág. 86, lám. XVIII, figs. 19-21.

(2) M'Coy, *Brit. Pal. Fos.*, pág. 386, lám. II *A*, figs. 8 y 9.

Strohpeodonta (?) diffusa, nov. sp.

1845.—*Leptæna Murchisoni*, var. A. d'Archiac et de Verneuil, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 477, pl. XV, fig. 7.
1877. — — Œhlert, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo V, pág. 599.
1878. — — Mallada, *Sinops. Esp. Fos. Esp.*, pág. 71, lámina IX, fig. 8.
1822.—*Strophomena Murchisoni*, Barrois, *Ter. Anc. Asturies*, pág. 241, *pro parte* (non pl. IX, fig. 6.)

La especie que designo con este nombre se conoce desde hace mucho tiempo con el de *Leptæna Murchisoni*, var. A. d'Archiac y de Verneuil. Ha sido indicada primeramente en España, después en el devoniano inferior de la Ardenne y también al Oeste de Francia. Por sus rasgos característicos merece ser separada del tipo específico, fósil raro que procede de la grauvaca de Siegen y notable por su forma alargada, por su contorno, que excede al de un semicírculo, y por sus pliegues radiantes; éstos son angulosos cerca del nates, se aplastan y aun tienden á desaparecer cerca del borde, y están cubiertos de estrías radiantes muy numerosas.

La forma de España, por el contrario, es transversa, de contorno subrectangular, por consecuencia de la forma apenas convexa de la parte frontal, y sus pliegues, angulosos en todo su recorrido, son más ó menos fasciculados, sobre todo en la mitad anterior, carácter que puede, sin embargo, desaparecer.

No es admisible que pueda referirse á nuestro tipo la forma devoniana de Fenolleda [1], notable por sus pliegues angulosos, no dicótomos, muy altos, poco numerosos y cubiertos por una reticulación muy especial, formada por la intersección de numerosas estrías longitudinales con otras de crecimiento transversas. El desarrollo excesivo de las alas suministra igualmente un carácter diferencial importante, que ya ha hecho notar M. Barrois [2]. En cuanto á la identificación de esta última forma con la *acutiplicata*, del devoniano de

(1) Barrois, *Ter. Anc. Asturies*, pág. 241, lám. IX, fig. 6.
(2) Barrois, *Faune cal. Erdray*, pág. 62.

Joué, en Charnie (Sarthe) [1], me parece poco probable, dado que esta última es muy notable por la elevación y agudez de sus pliegues radiantes poco numerosos, muy finamente estriados á lo largo y jamás dicótomos. Su valva ventral es regularmente convexa y muy prominente desde el nates hasta el borde frontal, de tal suerte que el vértice rebasa con mucho la linea cardinal; la valva dorsal es profundamente cóncava. Por lo demás, esta forma parece ocupar un nivel constante: la he encontrado primeramente en la cantera de Chassegrain (Sarthe) y en Saint-Germain-le-Fouilloux (Mayenne), encima de la caliza con *Athyris undata*, en las capas con *Sp. Pellicoi;* en el mismo horizonte se encuentra igualmente esta especie en Erbray, en la cuenca de Angers. La *Strophodonta diffusa,* al contrario, parece hallarse más especialmente localizada en las capas con *Spirifer Rousseau, U. subwilsoni, Ch. sarcinulata*, etc., es decir, en la caliza de Néhou propiamente dicha.

Spirifer cultrijugatus, Rœmer.

La existencia de esta especie en el devoniano de España, se ha hecho ya constar por los Sres. de Verneuil y Barrois; este último la cita en la caliza de Arnao, y también en la zona de las areniscas con *Gosseletia*, de Candás; pero opino con este autor que la presencia de esta forma en un nivel relativamente tan elevado, es dudosa. Es de creer que en esta región, como en las Ardenas, Bélgica, el Nassau, el Eifel, el *Sp. cultrijugatus* se encuentre solamente en la parte superior del devoniano inferior, sin subir hasta el devoniano medio propiamente dicho. M. Gosselet [2] le indica solamente en la parte superior de la grauvaca de Hierges, á la cual caracteriza con la *Rh. Orbygnyana* y la *calceola sandalina*.

Por lo demás, M. Stuart-Menteath la ha encontrado también en este nivel asociada al *Spirifer paradoxus*, etc.. al S. de Sumbilla, en los Pirineos occidentales [3].

(1) Œhlert et Davoust, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo VII, pág. 708, lám. XIV, fig. 3.

(2) Gosselet, 1888, *L'Ardenne*, pág. 376.

(3) Stuart-Menteath, 1888, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo XVI, pág. 444.

M. Barrois (1) ha indicado igualmente esta especie en la fauna devoniana de Cabrières, que considera como equivalente del Coblenciense superior de las Ardenas.

Si se comparan los ejemplares de Santa Lucía con los de las regiones del Rhin, se observa que no presentan la exageración de forma debida principalmente al desarrollo extremado del bocel dorsal, ni, por consiguiente, la concavidad correspondiente en el seno de la valva opuesta. En cuanto al conjunto de los caracteres, siempre permanece el mismo, y puede reconocerse constantemente en nuestros ejemplares, como en las formas típicas, un contorno semi-elíptico más ancho que largo, la charnela recta más corta que el máximo de amplitud de la concha, y las valvas muy hinchadas, con 12 á 14 costillas á cada lado del seno ó del bocel en los individuos de mediano tamaño, número que puede elevarse hasta 18 á 20 en los individuos grandes. Estas costillas están bien marcadas.

Spirifer Luciæ, nov. sp.

(Lám. 5, figs. 11 y 12.)

Haré mención de otro *Spirifer*, del cual poseo solamente tres valvas ventrales, pero con caracteres bastante marcados para que sea fácil distinguirlas de las de otras formas inmediatas.

Esta especie pertenece al grupo de *Sp. aperturatus*, Schlotheim (2). Se halla caracterizada por su área ventral, muy desarrollada en altura y en ancho, casi completamente plana, con una gran abertura triangular. La superficie de las valvas está cubierta de costillas bien

(1) Barrois, 1885, *Calc. Cabrières*, *Ann. Soc. Geol. Nord*, tomo XIII, pág. 87.

(2) Adopto aquí el nombre de *Sp. aperturatus*, tal como ha sido comprendido por Schlotheim, quien ha dado una diagnosis precisa en 1820 (*Petrefact*, pág. 258), y una excelente figura en sus *Nachträge* (1822), lám. XVII, fig. 1 *a*, *b*). Para la complicada sinonimia de esta especie consúltense los trabajos de Davidson (1850, *Ann. a. Mag. of Nat. Hist.*, 2.ª serie, tomo V, págs. 442 y 864; *British. Brach. Dev.*, pág. 26), y el estudio que M. Gosselet ha hecho de esta cuestión (1880, *Ann. Soc. Geol. Nord.*, tomo VII, página 127, y *Etud. Variat. Sp. Verneuilii*, *Mem. Soc. Geol. Nord.*, tomo IV, pág. 59).

marcadas, subangulosas, partiendo todas de la región umbonal, simples y en número de 12 á 15 á cada lado del seno; éste se halla perfectamente limitado y muy excavado; sus flancos oblicuos están desprovistos de costillas, y sólo en la parte más profunda existen tres costillas simples menos elevadas que las de las partes laterales.

Este último carácter nos permite, desde luego, diferenciar la forma del devoniano de España de la de Bensberg, descrita por Schlotheim. En efecto: el *Sp. aperturatus* tiene costillas más numerosas, principalmente en el seno, donde por lo menos se cuentan ocho, mucho más estrechas que las de los costados y con frecuencia dicótomas; las de las partes laterales también lo son; pero solamente al aproximarse al seno y al bocel. El seno en el *Sp. aperturatus* es ancho, con fondo plano y poco profundo; ninguno de estos caracteres se encuentran en el *Sp. Luciæ.*

D'Archiac y de Verneuil, en su Memoria sobre los fósiles de los terrenos antiguos de las provincias del Rhin (1), han descrito como variedad del *Sp. aperturatus* una forma que designan con el nombre de *var. cuspidata*. Haré primeramente observar que esta forma, si bien constante, tiene caracteres diferenciales suficientes para distinguirla del tipo de Schlotheim y merecer un nombre específico especial; si se la compara con la especie que describimos, con la cual presenta algunas analogías por su alta área y la forma angulosa de su seno, puede comprobarse que se diferencia por sus pliegues mucho más numerosos, principalmente en el seno, por la elevación del área y por la abertura del ángulo apical ventral, que no tiene más que 90°.

Schnur (2) ha descrito también dos Spirifers que se pueden comparar con el *Sp. Luciæ:* uno de ellos, *Sp. subcuspidatus* (pág. 202, lám. 34, fig. 1), tiene algunos caracteres comunes con la forma de Santa Lucía; pero el área ventral es mucho más elevada; la valva ventral más convexa, y su seno, relativamente poco profundo, no tiene costillas; el otro (pág. 206, lám. 35, fig. 5), para el cual vuelve á tomar el nombre específico de *Canaliferus*, Valenciennes, tiene caracteres especiales, y Schnur indica, en particular, la dicotomización de las costillas, principalmente en el seno; ahora bien:

(1) D'Archiac y de Verneuil, 1842, *Transact. Geol. Soc. London*, 2.ª serie, tomo VI, parte II, pág. 369, lám. 35, fig. 7.
(2) Schnur, 1853, *Brachiopoden der Eifel. Pal. Dunk. Meyer*, tomo III.

en el *Sp. Luciæ* no se observa esto; además, en este último las costillas del seno son mucho menos numerosas (tres solamente) y no ocupan más que el fondo del seno anguloso, quedando los taludes lisos; en el *Sp. canaliferus*, de Schnur, al contrario, se cuentan seis, dispuestas regularmente sobre toda la amplitud del seno, que es suavemente cóncavo.

Todas las especies que acabo de citar, recuerdan evidentemente, por ciertos caracteres externos, el *Sp. cuspidatus*, Mart., del carbonífero, y he tratado de investigar si en la parte interna de la forma de Santa Lucía se encuentran algunos vestigios de las largas placas dentales ó de las laminillas que las reúnen, disposición que con la perforación de la concha constituye el principal carácter del género *Syringothyris*. Algunos cortes transversales practicados á diferentes alturas del área ventral han puesto de manifiesto el poco desarrollo de los tabiques dentales; éstos se sueldan en el fondo de la valva, exclusivamente en la región apical, siguiendo interiormente el borde del *deltyrium* y atenuándose al aproximarse á los dientes.

El *Sp. Luciæ* pertenece al grupo de los *Aperturati*.

Spirifer Cabedanus, de Verneuil et d'Archiac.

(Lám. 5, figs. 13-16.)

1845.	—*Spirifer Cabedanus*,		De Vern. et d'Archiac, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 473, lám. XV, fig. 3.
1878.	—	—	Mallada, 1878, *Syn. Fos. Esp. Pal.*, pág. 58, lámina V, fig. 3.
1882.	—	—	Barrois, *Ter. Anc. Asturies*, pág. 249, lám. X, figs. 2-3.
1888.	—	—	Barrois, *Calc. Gabrières. Ann. Soc. Geol. Nord*, tomo XIII, pág. 88.

Esta especie ha sido descrita por de Verneuil, quien ha dado á conocer sus principales caracteres. Posteriormente, M. Barrois ha hecho notar la variabilidad de este *Spirifer*, y ha indicado como modificación del tipo una forma en la cual las dos costillas que limitan el seno se hallan más desarrolladas que las otras; su tamaño es me-

nor que el del tipo, y su nates ventral más desarrollado y saliente. Los ejemplares de Santa Lucía que refiero al *Sp. Cabedanus*, demuestran igualmente cuán variable es esta especie: son más ó menos transversos, y la convexidad de las valvas varía también. Pero el bocel, constituido por dos costillas relativamente poco salientes, y el seno anguloso, en cuyo fondo existe una costilla muy bien marcada, constituyen caracteres constantes.

Var.: obesa.

Si se examina un cierto número de ejemplares de esta especie, se encuentran, á veces, tan notables modificaciones, que he considerado de utilidad distinguir, como constituyendo una variedad (var. *obesa*), algunos de ellos, que se particularizan por el relieve considerable de sus valvas, la convexidad de la región paleal y la inflexión de los corchetes hacia el área, cuyos caracteres dan origen á una forma muy globosa; el seno ventral es también menos profundo que en el tipo, menos determinado, y además aparecen en los flancos, aparte de la costilla central, bien marcada, otras dos pequeñas costillas secundarias; finalmente, las dos costillas del pliegue central se aplastan ligeramente y dan origen, en el exterior, á dos costillas secundarias.

En el interior existen dos placas dentales bastante desarrolladas.

Spirifer subcuspidatus, var. **alata**, Kayser.

(Lám. 6, figs. 3 á 10.)

1871.—*Spirifer subcuspidatus*, var. *alata*, Kayser, 1871. *Die Brach. d. Mittel und Ober. Dev. d. Eifel. Zeit. Deut. Geol. Ges.*, tomo XXIII, página 573.

Indicaré también la presencia de un *Spirifer* de tamaño bastante pequeño, muy transverso, de ángulos cardinales agudos y con siete ú ocho pliegues robustos, y redondeados en la parte alta, situados á

cada lado del seno y del bocel. Los demás rasgos característicos de esta forma consisten: en su alta área ventral aplastada, situada perpendicularmente al plano de comisura de las valvas; en la poca elevación del nates ventral, así como en la estrechez y aplastamiento del bocel dorsal, que, no obstante, permanece perfectamente distinto de las costillas laterales.

Este *Spirifer*, aun cuando representado solamente por ejemplares muy desgastados, me parece completamente conforme con la variedad *alata*, que Kayser ha diferenciado del tipo de Schnur. Esta misma variedad es la que Quenstedt ha representado bajo el nombre de *Spirifer cuspidatus* (*Petref. Deut.*, lám. 53, fig. 5). Según Kayser, esta forma ocupa en el Eifel, como en el Sur de Bélgica, el nivel de *Spirifer cultrijugatus*.

Agregaré, para completar los datos acerca de esta forma, que M. Béclard (1) admite, en vista de las numerosas variaciones que ha comprobado en los *Sp. subcuspidatus* procedentes de un mismo horizonte, que la variedad *alata* no puede ser distinguida del tipo, y que no parece hallarse localizada en la zona del *Sp. cultrijugatus*. Las figuras que da este autor no me han hecho modificar lo consignado en una nota que redacté antes de la publicación del erudito trabajo de M. Béclard, y continúo designando con el nombre de *alata* esta variedad, que, para mí, es bastante distinta del tipo de Steininger.

(1) Béclard, 1895, *Spirif. du Cobl. Belge*, pág. 196; *Bul. Soc. Belge Geol.*, tomo IX, *Memoires*.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

LÁMINA 3

Fig. 1.—*Megistocrinus Waliezewski*, n. sp. Visto por el lado anal; algo amplificado.
Fig. 2.—El mismo, visto por el lado anterior, ligeramente vuelto á la derecha.
Fig. 3.—Base del mismo.
Fig. 4.—Bóveda del mismo.
Fig. 5.—*Storthingocrinus Haugi*, n. sp.: individuo pequeño: aumento, 1 $^{1}/_{2}$.
Fig. 6.—Otro ejemplar visto de perfil: aumento, 1 $^{1}/_{2}$.
Fig. 7.—Base de otro individuo: aumento, 1 $^{1}/_{2}$.
Fig. 8.—*Codiacrinus granulatus*, Schultze: aumento, 2.
Fig. 9.—*Pentremitidea* aff. *Gilbertsoni*, visto de perfil: aumento, 3.
Fig. 10.—El mismo, visto por el lado ventral.
Fig. 11.—*Pentremitidea* sp., visto de perfil: aumento, 3.
Fig. 12.—El mismo, visto por el lado ventral.
Fig. 13.—*Cytherella subfusiformis*, Sandb. sp.: aumento, 3.
Fig. 14.—*Cryphæus Munieri*, Œhl., *pygidium*: aumento, 2.
Fig. 15.—*Cryphæus sublaciniatus*, de Vern., *pygidium*: aumento, 2.
Figs. 16 á 23.—*Malladaia Luciæ*, n. sp. Cabeza y *pygidium*: aumento, 1 $^{1}/_{2}$.

LÁMINA 4

Fig. 1.—*Spirorbis Lusitanica*, n. sp.: aumento, 3.
Figs. 2 y 3.—*Spirorbis ornata*, n. sp.: aumento, 3..
Fig. 4.—*Agnesia Chaperi*, n. sp.: aumento, 3.
Fig. 5.—*Mediomorpha* (?) *compressa*, Goldf.: tamaño natural.
Fig. 6.—*Paracyclas rugosa*, Goldf.: tamaño natural.
Figs. 7 y 8.—*Cipricardinia scalaris*, Phil. sp.: aumento, 1 $^{1}/_{2}$.
Figs. 9 á 11.—*Orthothetes umbraculum*, Schl. sp., tamaño natural:

9, lado dorsal; 10, lado ventral; 11, área ventral; ejemplar restaurado.

Figs. 12 á 16.—*Orthothetes hipponyx*; Schnur sp., tamaño natural: 12, lado ventral; 13, lado dorsal; 14, área ventral; 15, vértice de la valva ventral; 16, vaciado interno, visto por el lado ventral.

LÁMINA 5

Fig. 1.—*Stropheodonta*, Bertrandi, n. sp.: tamaño natural.
Fig. 2. —*Douvillina*, sp.: tamaño natural.
Figs. 3 á 10.—*Spirifer subcuspidatus*, var. *alata*, Kayser: tamaño natural.
Figs. 11 y 12.—*Spirifer Luciæ*, n. sp.: tamaño natural.
Figs. 13 á 16.—*Spirifer Cabedanus*, de Vern.: tamaño natural.
Figs. 17 á 24.—*Spirifer Cabedanus*, var. *obesa:* tamaño natural.
Figs. 25 á 27.—*Spirifer Pellicoi*, de Vern.: tamaño natural.

Traducido por

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

DATOS GEOLÓGICO-MINEROS

DE VARIOS

CRIADEROS DE HIERRO DE ESPAÑA

Minas en los términos de Fuente del Arco y Guadalcanal, provincias de Badajoz y Sevilla.

Entre todas las zonas metalíferas de Europa, pocas hay que puedan igualarse en importancia industrial á la comprendida en España entre los rios Guadiana y Guadalquivir y que se extiende por buena parte de las provincias de Ciudad Real, Jaén, Córdoba, Sevilla, Badajoz y Huelva. En efecto: en dicha zona están enclavados criaderos de extraordinaria riqueza, como los de azogue de Almadén; los de plomo de Linares, La Carolina, el Valle de Alcudia, Posadas, Almodóvar, Villanueva del Duque, Fuente Obejuna, Azuaga, Berlanga, etc., etc.; las grandes masas cobrizas de la provincia de Huelva; y las de minerales de hierro, de que más especialmente ahora trataremos. Seguramente la mitad de la riqueza minera de la Península radica en esa zona formada por cientos de colinas montañosas designadas en conjunto con el nombre de Sierra Morena, donde las minas, desde tiempos bien remotos hasta nuestros días, han sido objeto de multiplicadas explotaciones. Cuando al cabo de tantos siglos todavía existen en el país muchos criaderos casi intactos, bien puede afirmarse que en conjunto aquella riqueza minera es inagotable.

Limitándome á considerar la parte de los criaderos de hierro del país, advertiré desde luego que la sierra de la Jayona se halla cerca del extremo septentrional de una banda ferrífera que con una longitud de 60 quilómetros de largo se extiende en línea recta hasta el cerro del Santo, junto á la Puebla de los Infantes, cruzando de NO. á SE. por los términos de Guadalcanal, Alanís, San Nicolás del Puer-

to, El Pedroso y las Navas de la Concepción. Esa banda, con anchuras variables entre 200 metros y cerca de un quilómetro, encierra un conjunto de criaderos enteramente idénticos, del mismo origen, enclavados en las mismas rocas, de igual edad geológica, condiciones semejantes de yacimiento é idénticas clases de mineral, en cada una de cuyas circunstancias habré de ocuparme separadamente.

CARACTERES GENERALES DE LOS CRIADEROS.—Personas hubo que clasificaron de *filones* los criaderos de hierro de esta banda tan extensa; pero en realidad son filas de grandes bolsadas, más largas que anchas, con espesores muy variables que en algunos sitios pasan de 10 metros de mineral puro. Esas bolsadas se ligan unas con otras por numerosas vetas de mineral, ramificadas y tortuosas, las cuales forman en conjunto una especie de red ó malla que envuelve otras masas también irregulares de caliza, de dolomía y de carbonato de hierro, penetradas en todos sentidos por venas secundarias y vetillas de mineral enteramente puro.

Varía el número de esas filas de bolsadas, contándose de seis á siete en la sierra de la Jayona, según repetidas veces se ha reconocido; y así cruzando á través de esta sierra desde el Pozo de la Solana hasta la Umbría de las Estacadillas, se observa la siguiente sucesión de criaderos: La 1.ª fila de bolsadas se halla en las vertientes meridionales y mide hasta 32 metros de anchura, de los cuales una quinta parte por lo menos podría ser explotable. A los 60 metros más al NE. se halla la 2.ª fila, que es la principal, ajustada al eje ó cumbre de la sierra, y que fué objeto de muy importantes excavaciones en tiempos bien remotos. Mide en sitios hasta 36 metros de anchura, si bien la zona donde el mineral de hierro se presenta suficientemente concentrado, en pocos sitios llega á la tercera parte de tan considerable grueso. A los 150 metros de la 2.ª se halla en las vertientes del N. la 3.ª fila, que en varios puntos alcanza 40 metros de espesor, pero no muy metalizada, á juzgar por los afloramientos. A los 80 metros de la 3.ª está la 4.ª, donde también se conocen antiguas labores á cielo abierto (*mina la Graja*), algunas de las cuales miden hasta 100 metros de latitud. A los 50 de la 4.ª está la 5.ª, que no abarca menos de 140 metros de grueso en ciertos parajes, con desigual riqueza de mineral según los puntos que se examinen, midiendo cerca de un decámetro la bolsada que de ella forma parte por bajo de la casa del Grullo. A los 150 metros de la 5.ª asoma la 6.ª, en la cual la metalización parece ser inferior á la de la anterior. Por fin, toda-

vía 35 metros más al N. se alzan peñones correspondientes á la 7.ª fila, poco reconocida, y cerca de la cual comienzan las pizarras estériles. Las dos primeras filas de bolsadas, ó sean las de la Solana y la de la cumbre, asoman con bastante claridad entre el monte bajo; pero las otras cuatro, que cruzan entre los olivares de la Umbría, la tierra vegetal y los acarreos las ocultan en la mayor parte de su recorrido, circunstancia de interés acerca de la cual llamaré más adelante la atención.

Atravesando las filas de bolsadas por distintos parajes, se notarían en seguida grandes irregularidades en las dimensiones. Así, por ejemplo, la 4.ª fila, que en el cerro de San Fernando se presenta con bolsadas importantes, cruza superficialmente mucho más pobre por el cerro de la Zorra, cerca del cortijo de Perea, donde predomina la caliza dolomítica acribillada por vetillas de oligisto muy delgadas. En cambio, en la Solana de la Morilla, por las vertientes del mismo cerro, la 3.ª fila se ofrece mucho más rica, con bolsadas aprovechables hasta de 20 metros de grueso. Lo mismo sucede en las zonas estériles que separan las diversas filas metalíferas, pues en el vallejo de los Veneros, por ejemplo, entre la 2.ª y la 3.ª media una distancia de 175 metros, ó sean 25 más que por donde en primer lugar las he considerado, reduciéndose en una tercera parte el grueso de la 1.ª fila, en cambio de notables anchurones de la 2.ª

Prescindiendo del carbonato, el mineral predominante en estos criaderos, el casi exclusivo, es el hierro oligisto micáceo, en sitios enteramente puro, con el 69 por 100 de metal, correspondiente al peróxido de hierro ú óxido férrico anhidro, en sitios mezclado con diversas proporciones de carbonatos de cal, de magnesia y de hierro.

Tanto en los afloramientos de los criaderos, como en los numerosos y grandes tajos que dejaron las explotaciones antiguas, se nota, desde luego, la irregularidad de aquéllos, á lo largo, á lo ancho, en profundidad, en su sinuosa alineación, en su buzamiento y en la repartición del mineral. Dependen tamañas irregularidades del modo de formación de los criaderos, enlazados con los de la sierra del Agua de Guadalcanal; éstos á su vez con los del Pedroso, y con los que hoy se explotan con extraordinaria riqueza en el Cerro del Hierro de San Nicolás del Puerto. Alineados todos de NO. á SE., entre el terreno cambriano donde encajan, los criaderos de hierro de esta parte de Sierra Morena, es probable procedan de antiguas emanaciones metalíferas, en concomitancia con pórfidos anfibólicos muy fe-

rruginosos: emanaciones que á través de las pizarras arcillosas y cloríticas depositaron las substancias metalíferas en las oquedades de caliza de la misma formación geológica. Esas masas de mineral de hierro pudieron venir del interior de la tierra disueltas en aguas termales y con presiones que dislocaran los bancos de rocas, y contenidas por las pizarras arcillosas que son impermeables, se albergaron entre las calizas, que fueron desgajadas, corroídas y ahuecadas en todos sentidos con muy diversas dimensiones é irregulares contornos. Así las pizarras, por su plasticidad, pudieron ceder á tales empujes; mientras que las calizas, al oponer mayor resistencia, no sólo detendrían las corrientes metalíferas, sino que fueron impregnadas por ellas con formación accidental de carbonato de hierro á expensas de la cal, aun cuando la mayor parte de ella fuera arrastrada por las aguas.

Como las fajas de pizarras y de calizas del terreno cambriano se alinean en longitudes muchísimo mayores que sus anchos, natural es también que las filas de mineral se ajusten al rumbo de los estratos, que, como es sabido, en esta parte de Sierra Morena se aproxima al de NO. á SE. como término medio.

La distribución de la riqueza metálica se verificó de un modo en extremo irregular, sin sujeción á ley alguna, pues dependía de causas que en cada punto actuaron con muy diversa intensidad, siendo consecuencia de estos variados elementos: 1.ª, la mayor ó menor energía con que de lo interior de la tierra eran expulsadas las aguas cargadas de substancias metálicas; 2.º, la mayor ó menor resistencia de las capas de pizarra y de caliza á ser desgarradas ó corroídas, pues no son enteramente uniformes por todas partes en su composición, en su textura, en sus espesores respectivos, ni en sus posiciones estratigráficas; 3.º, el mayor ó menor predominio de las unas y de las otras, que tienen además grados diversos de elasticidad, resistencia, permeabilidad ó impermeabilidad; 4.º, la preexistencia de canales, fisuras, grietas ó fallas de dimensiones muy diversas en los estratos cambrianos, y siempre de formas sinuosas y ramificadas.

A causa de la variabilidad de tales criaderos, y de la disposición irregular y poco manifiesta al exterior de sus minerales, se comprende perfectamente que un yacimiento tan importante como el del Cerro del Hierro de San Nicolás haya permanecido ignorado, ó más bien olvidado, por largo tiempo, sorprendiendo hoy su extraordinaria riqueza, por nadie sospechada hasta que hace pocos años se puso de manifiesto.

Y siendo idénticas sus condiciones de yacimiento, no hay motivos para suponer que la sierra Jayona sea menos rica en minerales de hierro que dicho cerro y El Pedroso.

Para expresar gráficamente las irregularidades de estos criaderos, dibujo á continuación un corte geológico á través de las siete filas de bolsadas de la Jayona.

En ese corte se notará en primer lugar la intercalación de las bolsadas de oligisto señaladas con números entre las calizas *C*, que se alzan más elevadas en el terreno que las pizarras *P*. Estas se extienden por las depresiones del país con matices más obscuros que las calizas, las cuales, á causa de las fisuras ferruginosas que las cruzan y de los criaderos que revelan, resaltan desde largas distancias por sus colores rojizos.

Según se dibuja también en esa figura, las siete filas de bolsadas de mineral se abren á modo de abanico, marcando una especie de plie-



Fig. 1.—Corte á través de la Jayona dirigido de SO. á NE.

gue sinclinal, ó como si en profundidad viniesen á confluir en un solo foco de producción, donde se juntasen todas en un criadero único á cierta profundidad. Así induce á creerlo la circunstancia que por las vertientes meridionales de la Jayona el buzamiento de los bancos es al NE., mientras que en las opuestas domina la inclinación al SE.

Por la disposición de los estratos, supongo además que las filas de bolsadas disminuyen gradualmente en anchura á medida que avanzan en profundidad, para, probablemente, refundirse unas en otras, no en un solo punto, sino á diferentes distancias de la superficie, como las ramas con el tronco de un árbol.

Las masas en que predomina el mineral se han dibujado con manchas negras, y la parte pobre de las bolsadas está punteada, compuesta exclusiva ó casi exclusivamente de los tres carbonatos de cal, hierro y magnesia. Esta mezcla, más ó menos impregnada de óxidos ferruginosos, presenta color amarillento muy diferente de los matices grises, blanquecinos ó azulados de las calizas *C*, exentas de mineral, entre las cuales encajan las bolsadas.

En cada una de estas últimas no es posible señalar *a priori* las zonas ricas en mineral y las zonas estériles, pues la mezcla de unas y otras es sumamente irregular. Junto á secciones, vetas ó nódulos de oligisto puro, hay otras secciones enteramente compuestas de carbonatos, siguiendo otras en que ambos elementos de las bolsadas se entremezclan con muy diversas proporciones. Así, por ejemplo, en cualquiera de las siete filas de bolsadas anteriormente enumeradas, se pueden presentar fracciones del criadero parecidas á la que representa la figura 2, donde las manchas rayadas indican las zonas ricas, queda en blanco la parte enteramente estéril, y se marcan punteadas las zonas donde se mezclan los carbonatos con el oligisto en proporciones indefinidas ó indeterminadas, cuyo contenido metálico varía entre el 2 y el 60 por 100, es decir, entre límites tan extremos, que el inferior corresponde á una parte casi completamente estéril y el superior pertenece á menas ricas; y esto con todos los tránsitos imaginables.

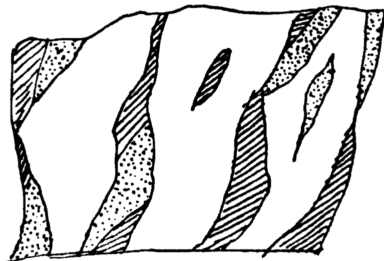


Fig. 2.—Sección transversal del criadero de la Jayona.

En una línea de 12400 metros desde las vertientes occidentales de la Jayona, en el cerro nombrado la Carraca, hasta la villa de Guadalcanal, poseía el Excmo. Sr. Marqués de Bogaraya 561 pertenencias, que enumeradas á partir de la más occidental en la sierra de la Jayona, son las siguientes: *Segunda Ventura*, con 117 pertenencias; *La Marquesa*, con 107; *Casualidad*, con 6; *El Marqués*, con 6; *Ya te lo decia*, con 12; *El Monstruo*, con 101, y *Amparo*, con 32. Al otro lado del arroyo del Moro que separa por esta parte las provincias de Badajoz y Sevilla, y correspondiendo al término de Guadalcanal tenia el mismo propietario las tituladas *Doña Fernanda*, con 24; *Don Gonzalo*, con 32; *Don Alvaro*, con 36; *Gaviria*, con 28; *Bilbao*, con 24, y *Somorrostro*, con 36.

Entre las concesiones de la sierra de la Jayona, las más notables son: *El Monstruo, Ya te lo decia, La Marquesa* y *Segunda Ventura*, por las cuales asoma la 2.ª fila de bolsadas anteriormente expresadas, y que, según dije, se ajusta en toda su longitud al eje ó cumbre de dicha sierra. En esas cuatro concesiones, así como en *El Aguila*, enclavada en la tercera, se muestran los minados de remota antigüedad en más de 1000 metros de longitud, con anchuras que varían entre 1 y 20 y profundidades que por término medio llegan á 20 metros. Como claramente se observa en las paredes de las excavaciones, los antiguos explotadores, fuesen fenicios, romanos ó árabes, sólo arrancaban el mineral más puro, que es el más blando, dejando secciones que hoy serían ventajosamente explotadas; y si se midiesen los grandes huecos que hay en las tortuosas labores á cielo abierto, no se cubicarían menos de 100000 metros cúbicos, equivalentes á medio millón de toneladas. Esta cifra, que en nuestra época á nadie parecerá extraordinaria, lo fué muy grande para aquellos siglos en que el empleo de los metales, principalmente del hierro, era casi insignificante comparado con lo que es en la actualidad. Y como quiera que los antiguos sólo excavaron una pequeñísima fracción de tan abundantes criaderos, esta observación es muy bastante para comprender su grande importancia, tanto más cuanto que cualquiera que sea el mineral que se explote en nuestros días, se consideran insignificantes las profundidades de 20, de 30 y hasta de 40 metros, que son las mayores alcanzadas por los antiguos en la Jayona.

En las seis minas del término de Guadalcanal continúan los afloramientos de las bolsadas de hierro; mas no son tan numerosos ni parecen tan ricos en su conjunto. Así se explican los espacios francos que existen entre ellas. La *Doña Fernanda* comienza á 165 metros al SE. de *El Monstruo*, y entre ella y *Don Gonzalo* hay un claro de 90 metros. Un espacio franco de 9 hectómetros sigue desde la última hasta la *Don Alvaro*, la mitad de la cual, cruzada por el arroyo de las Lapas, es enteramente estéril por hallarse demarcada sobre pizarras y filadios libres de mineral. A un quilómetro más al SE. de la *Don Alvaro*, se halla en igual caso la *Gaviria*, cuya mitad meridional se extiende por los llanos, sin mineral, de la granja nombrada *La Florida*, al NE. de cuya finca se encuentra la *Bilbao*. A partir de ésta aumentan las señales de otras bolsadas poco exploradas, y, por fin, termina la serie en la *Somorrostro*, en la collada de San Francisco, donde ocupa la for-

mación metalífera mayor extensión, derivándose de ella una banda caliza con oligisto y carbonato de hierro que se explota actualmente en la mina *Pepe*. Se observan en ésta importantes labores á cielo abierto, arrancándose mineral como fundente con destino á la fábrica de plomo de Peñarroya (Córdoba); y si como mena de hierro no parece tener suficiente ley para ser explotada, cual fundente es inmejorable, no sólo por la conveniente mezcla de los tres carbonatos de hierro, de magnesia y de cal, sino además por no contener traza alguna de cuarzo ni de rocas ó minerales silíceos que amenguarían su valor.

Sensible es que no se hayan hecho todavía algunas labores de investigación para apreciar la verdadera importancia de las seis minas citadas del término de Guadalcanal; pero desde luego se comprende la tienen muy grande las concesiones de la Jayona, acerca de las cuales debo insistir todavía.

A causa de la irregularidad de los criaderos, no es posible aventurar una cifra correspondiente á la ley media en cada fila de bolsadas; ó dicho de otro modo, no es posible señalar con mediana aproximación un número que represente la cantidad de toneladas encerrada en ellas. Por el examen del terreno se sospecha que es muy elevada; pero las equivocaciones en más ó en menos pueden ser de demasiada entidad para que un ingeniero fije una cifra que seguramente sería enmendada en cuanto se hiciesen los primeros reconocimientos ó se inaugurasen las primeras labores de explotación en grande escala. Sobre este punto sólo cabe repetir que la riqueza de mineral en la Jayona quizás puede no ser inferior á la reconocida últimamente en el cerro del Hierro de San Nicolás, cuya explotación anual llega ya á 400000 toneladas.

También la irregular repartición de metal en esas filas ó fajas de bolsadas ha sido causa de que se aprecie en muy diversas cantidades la riqueza en hierro de la Jayona. Para aproximarse á la realidad en su apreciación, hay que evitar dos causas de error que nos conducirían á dos extremos equivocados. En primer lugar no se debe suponer que solamente los afloramientos de los criaderos dan idea de su importancia, pues hallándose éstos cubiertos en la mayor parte por la tierra vegetal de la vertiente norte de la Jayona, si se repara que las zonas más ricas en oligisto son las más blandas, es natural que las más recargadas de carbonatos, que son las más duras y resistentes á los derrubios y precisamente las más pobres, sean también las que

resalten en las laderas de la sierra. A juzgar por las crestas más salientes, la Jayona aparecería menos metalífera de lo que pudiera ser. En segundo lugar tampoco se debe señalar para toda la longitud de las concesiones la misma riqueza en hierro que la que se estimase al medir y examinar las fajas de bolsadas á través de una sola línea que las cruzase perpendicularmente en una dirección determinada, pues otro cruce distinto del que se eligiese, más al Norte ó más al Sud, nos resultaría muy diferente, y otra causa de error que nos induciría á dar una cubicación de mineral muy exagerada, procedería de señalar como oligisto, con la riqueza en metal del 60 al 70 por 100, todas las menas de las diversas fajas de bolsadas donde al lado de muestras de óxido enteramente puro hay otras de mucha menos ley y hasta del todo estériles.

En estos últimos años se han hecho trabajos de investigación que me permito declarar inútiles para poder apreciar la verdadera riqueza de los criaderos de la Jayona. Cierto número de pocillos elegidos á la ventura, muchos á muy cortas distancias entre sí, todos muy someros, la mayor parte que sólo merecen el nombre de calicatas, son insuficientes para un examen formal y concienzudo de la riqueza que esa sierra encierra.

Trabajos de mucha mayor importancia, y por tanto, mucho más costosos, serían necesarios para apreciar si tales criaderos son comparables al cerro del Hierro de San Nicolás del Puerto. De no haberse practicado una galería de reconocimiento que á más bajo nivel de los trabajos antiguos hubiese cortado las siete fajas de bolsadas reconocidas, preferible hubiera sido la apertura á cielo abierto de una trinchera perpendicular á tales fajas, de 3 á 5 metros de profundidad, con cuyo corte se pusieran á descubierto sus espesores efectivos y la ley media de mineral que para todas resultasen.

Con los pocillos y calicatas recientemente abiertos, es imposible formarse idea aproximada de bolsadas que en sitios pasan de 10 metros de espesor, y cuyo mineral se halla tan irregularmente diseminado, que sin desmontes de varios miles de metros cúbicos no creo haya persona que se atreva á fijar una ley media de riqueza en todo lo que pueda ser aprovechable.

Cuantos ingenieros trataron de la riqueza metalífera de estos criaderos, discurrieron principalmente acerca de los medios de su transporte más bien que de los de su laboreo. Su explotación, en efecto, sería fácil y sencilla, pues la proximidad de las filas de bol-

sadas y el relieve de la tierra permitirían un arranque muy fácil á cielo abierto. La cuestión económica para su explotación en grande escala, se concreta exclusivamente á los medios de transporte á las vías férreas inmediatas. En este asunto manifestaré, suponiendo que el mineral de la Jayona se destinase á la exportación por el puerto de Sevilla, que puede haber dos trazados de enlace con la línea de Mérida á esa capital, uno por la sierra del Agua y otro á la estación de Alanís. El 1.°, que es de 13 quilómetros, exige un gasto de 2.314000 pesetas, y el 2.°, que mediría 20, se reduciría á 1.180000 pesetas; y esto consiste en que el terreno es más quebrado y de más costosa expropiación para el primer trazado.

A esta primera ventaja en favor de la línea de enlace por Alanís, se agrega otra de mucha entidad, tratándose del transporte de millones de toneladas. Por la sierra del Agua, el recorrido en las líneas generales en explotación asciende á 107 quilómetros y se reduce á 97 por Alanís. La elección no es dudosa.

Pero es el caso que á 69 quilómetros de la estación de Fuente del Arco se halla la de Peñarroya, es decir, la cuenca carbonífera de Belmez, y esta circunstancia induciría á pensar si los ricos minerales de la Jayona deberían más bien beneficiarse en el país, es decir, en esa misma cuenca. Un ramal de vía férrea de la Jayona á la estación de Fuente del Arco no mediría más de 8 quilómetros, y su coste quilométrico sería á lo sumo igual al del trazado por la sierra del Agua, es decir, que el gasto se reduciría á lo más á 472000 pesetas. Pero valiéndose de un sistema cualquiera de cables aéreos, todavía aquel importe se rebajaría en 50 por 100 próximamente.

Si, como es posible, los criaderos de la Jayona se prestan durante muchos años á una explotación anual por lo menos de medio millón de toneladas, su más racional y más ventajoso aprovechamiento estaría llevando las menas á la cuenca de Belmez, á cuyo efecto la Compañía que emprendiese el laboreo podría obtener, sin duda alguna, concesiones muy beneficiosas de la del ferrocarril económico de Peñarroya á Fuente del Arco.

Para concluir haré por fin otra indicación. Sencilla la explotación de los criaderos, expeditos y baratos sus medios de transporte, ¿qué haría falta á los minerales de la Jayona para ser transformados, si no en hierros comerciales, cuando menos en lingote? Carbón barato. Pues bien: en la cuenca de Belmez y Espiel todavía hay muchas hectáreas muy poco exploradas, cuyas concesiones siguen impro-

ductivas desde hace medio siglo, y que están próximas á ser negociadas para su explotación. Me refiero principalmente á las minas de la Sociedad Manchega-Bético-Vizcaína, cuyo domicilio social radica en Sevilla y que al ponerse en explotación resolverían claramente el beneficio de las menas de Fuente del Arco y Guadalcanal.

Minas en los términos de San Nicolás y Constantina, provincia de Sevilla, y de Hornachuelos, en la de Córdoba.

Marchando de Norte á Sud, las minas que constituyen este grupo son las llamadas *Unión*, *Segunda Ampliación*, *Segunda Provisional*, *San Carlos*, *Provisional*, *Tercera Ampliación* y *San Rafael*, siendo las tres últimas las más próximas al grupo en explotación del Cerro del Hierro.

Por la misma irregularidad de los yacimientos y de la disposición sinuosa y poco manifiesta al exterior de sus minerales, se comprende perfectamente que hasta un criadero de tanto interés como el del Cerro del Hierro de San Nicolás haya permanecido ignorado ú olvidado por largo tiempo; algo análogo podría suceder con los yacimientos que son objeto de esta nota, ya que forman la prolongación á levante del mismo conjunto, aún no bien determinado, pues es preciso tener presentes las condiciones topográficas de la comarca para comprender la preferencia ó antelación de las actuales explotaciones del Cerro del Hierro.

Este forma un saliente en el terreno sobre las depresiones que lo limitan, en una de las cuales radican las concesiones de que se trata, y aquel saliente, de más de 100 metros de altura por el lado occidental, precisamente el que corresponde á su salida hacia el ferrocarril de Mérida á Sevilla, es una condición favorable para su reconocimiento y para la explotación económica, tanto para el arranque de mineral por grandes tajos á cielo abierto, cuanto para verter cómodamente las enormes masas de escombros, en general tierras arcillosas, que es imprescindible extraer con el mineral.

Condiciones tan favorables no existen en el grupo de la *Unión*, *Ampliación*, *Provisional*, etc.; mas no por eso dejarían de trabajarse con ventaja y también con grandes tajos á cielo abierto, buscando en el terreno, por su prolongación meridional, otras depresiones del suelo, si no muy profundas, en cambio bien extensas.

Se observa claramente en estas minas que las bolsadas de mineral forman á modo de manchas de tierras rojas obscuras, de contornos irregulares, con anchuras que varían entre 50 y 250 metros y que denotan los puntos donde abunda el mineral. Una de las manchas más extensas existe en la zona de contacto de las minas *Paulina*, *Férrica* y la *Unión*, extendiéndose por el centro de esta última con profusión de cantos sueltos de oligisto enteramente puro. Otra mancha todavía más extensa se muestra en la parte occidental de la misma *Unión*, *Segunda Ampliación* y *Segunda Provisional*, afecta una gran porción de la *Provisional*, y se prolonga por el S. hasta la *Tercera Ampliación* y *San Rafael*. El límite oriental de estos criaderos está en las vertientes occidentales del Almagro, que es un cerro alargado de N. 25° E. á S. 25° O., compuesto principalmente de pizarras estériles, y que comprende una parte de las concesiones *Segunda Ampliación*, *Segunda Provisional* y *San José*. La concesión *San Carlos* se halla más al E. desprovista de oligisto, pero con señales de hematites. Se marca en el terreno la línea de separación de la zona rica y de la estéril por una faja de brechas dolomíticas ferruginosas, inmediatamente sobrepuestas á las pizarras arcillosas que pasan, entre otros sitios, á 50 metros al E. del mojón NO. de la *San José*, ó sea del punto de partida de la *Provisional*, y á unos 180 metros también al E. del mojón SO. de la misma *San José* que coincide con el mojón NO. de la *San Rafael*.

Entre las dos fajas principales de mineral hay otra de pizarras arcillosas estériles, que se interpone á modo de cuña, con un ancho de 50 á 60 metros en la *Segunda Ampliación* y *Segunda Provisional*, reducida á 15 metros en la *Provisional* donde termina.

En ninguna de las minas mencionadas se ha hecho la más insignificante labor que permita reconocer en profundidad, por pequeña que fuese, la disposición y la importancia de estos criaderos. Se puede juzgar de ellos por la analogía con el grupo colindante del Cerro del Hierro; y como los caracteres exteriores no varían entre aquéllas y éste, es lógico admitir que son de riqueza y condiciones semejantes. Por tal razón creo que en el grupo de que se trata deben practicarse labores de reconocimiento, que pueden consistir en grandes tajos á cielo abierto, á través de las fajas de bolsadas y en los puntos donde las tierras arcillosas presenten mayores cantidades de cantos sueltos de oligisto. Sólo así se podría formar una idea aproximada de la mayor ó menor importancia de estos registros; y en caso

favorable, formar un plan de labores para su aprovechamiento y estudiar el medio más ventajoso de conducir el mineral á la estación de Cazalla. El gran desnivel que hay entre esta última y las minas, permitiría establecer con facilidad un sistema de cables aéreos como lo más conveniente.

Antes de terminar diré cuatro palabras acerca de otros criaderos de hierro, que forman un grupo muy distinto.

A 8 quilómetros al E. de las Navas de la Concepción, en el paraje llamado *Los Sumideros*, dependiente del término de Hornachuelos (Córdoba), también en las calizas dolomíticas sobrepuestas á las pizarras abundan las manchas de carbonatos de hierro amarillento, entre los cuales se presentan dos variedades de oligisto bien conocidas: la acerada en nódulos irregulares, y el oligisto negro micáceo en vetillas que en pocos sitios alcanzan un centímetro de grueso. Corresponden estos criaderos á la faja metalífera que comienza en la sierra del Caballo, al E. de las Navas, y se prolonga al SO. más de 6 quilómetros de largo por los confines de las provincias de Córdoba y Sevilla. Ninguna labor de reconocimiento existe por estos parajes; mas sin asegurar que tales yacimientos estén enteramente desprovistos de interés, á juzgar por el aspecto exterior y la falta de cantos sueltos de oligisto, es seguro que son de menos valor que los del Cerro del Hierro de San Nicolás. Hállanse además á distancias tan grandes de las vías de comunicación, que su utilización, en el caso más favorable, sería bastante costosa.

Minas en el término de Feria, provincia de Badajoz.

Ya se ha dicho que con alineación de NO. á SE. que tienen por regla general los estratos de Sierra Morena, se halla en ésta una formación de excelentes minerales de hierro que, comenzando á poniente de Feria, sigue por el sud de Llerena, pasa á la sierra Jayona de Fuente del Arco, á la del Agua de Guadalcanal, cruza por los términos de Cazalla, Constantina y El Pedroso, y concluye cerca del Guadalquivir en el de Puebla de los Infantes.

Caracteres idénticos tiene por todas estas partes la formación de minerales de hierro, á la que sirven de yacente las pizarras cambrianas y de pendiente las calizas, donde, por razones de composición y estructura, se abrieron grandes soplados y oquedades, pos-

teriormente rellenos, total ó parcialmente, con óxidos de hierro.

En Feria, lo mismo que en los otros sitios citados, abundan las menas de oligisto y magnetita, con las cuales se asocian los carbonatos de hierro, de magnesia y de cal, mezclados en toda la diversidad de proporciones que puedan idearse. No son bancos, ni filones, las formas de estos criaderos, sino bolsadas y masas irregulares generalmente ensanchadas cerca de la superficie, estrechadas en vetas tortuosas, más ó menos entrelazadas á cierta profundidad, y con inclinaciones de 70 á 80 grados.

En dos parajes diferentes se presentan los criaderos de hierro de Feria. Se ve una masa á 4 quilómetros al S. del pueblo en la vertiente meridional de la sierra del Alcornocal; y otra que parece más extensa, entre 2 y 3 quilómetros al O. del mismo, por las sierras de la Herrería y Lobera. Entre ambas masas resalta en la sierra Vieja un islote de sienitas y pórfidos anfibólicos de diversos colores y texturas, cuya aparición entre las capas sedimentarias debió estar íntimamente ligada con los depósitos de minerales de hierro. Tan clara es en Feria esta relación, que el oligisto micáceo, la especie más abundante, se presenta en hojas delgadas, costras y vetillas, incrustado en la misma masa de pórfido.

Así se ve principalmente en la mina *Tres Amigos*, situada en la sierra del Alcornocal; y tan excesiva diseminación de gran parte del mineral de hierro entre la roca estéril distingue este criadero de Feria de los de los otros términos y lo hace, en conjunto, menos aprovechable. En la mina hay, sin embargo, otra parte del criadero donde el oligisto, en sitios micáceo y hojoso, en sitios de grano fino y acerado, se aisla en masas muy puras de dimensiones de alguna importancia; y una sección hay que en más de 200 metros de longitud presenta anchos comprendidos entre 4 y 12 donde el mineral se concentra bastante libre de materias inútiles. Determinar con estos datos la riqueza de la mina sería tan gratuito como arbitrario, pues en ella no se han hecho más que zanjas poco profundas, y tan insignificantes trabajos de investigación no sirven para apreciar la marcha que en profundidad pueda tener el criadero.

Algo más extensas, aunque también insuficientes, son las labores abiertas en la masa que á P. de Feria se extiende por las sierras Lobera y de la Herrería, donde respectivamente radican la mina *San José* y las *Unión* y *Estrella*, que aparecen con más abundancia de mineral. En la sierra Lobera hay diversos socavones, en uno de los

cuales se reconoce un espesor de la masa de más de 10 metros; pero mezclándose el oligisto y la magnetita con la siderosa y la dolomía, que rebajan la ley media. Allí, como en la mina *Tres Amigos* del Alcornocal, sube la ley al máximo que puede tener el oligisto, ó sea á cerca del 69 por 100, pero únicamente en los sitios de reducidas dimensiones donde se aisla ese óxido de los otros cuerpos citados con que se mezcla por debajo de los bancos de caliza que encajan el criadero. En otra galería se juntan con los minerales de hierro la pirita ferro-cobriza y la barita, y la presencia de estos elementos hace pensar si en profundidad se convertirá el criadero enteramente en dicha pirita con mezcla de otros minerales cobrizos.

En la mina *Estrella*, á poco más de un quilómetro á poniente del pueblo se abrieron grandes zanjas y dos pozos de 12 metros, uno de ellos enteramente excavado en mineral, que en ciertos puntos presentó más de 3 metros de potencia.

Imposible es apreciar ni aun aproximadamente la cantidad de mineral que contienen estos criaderos, tanto por su extrema irregularidad, cuanto porque las labores de investigación son demasiado someras; y sin que se abriesen otras más profundas, sería muy aventurado emitir una opinión concreta. Los criaderos de Feria son de los que ni se presentan claramente como abundantes y con los caracteres de un negocio productivo, ni tan escasos que merezcan desdeñarse en absoluto. Lo que desde luego se puede afirmar es que la masa del Alcornocal donde radica la mina *Tres Amigos* no es de suficiente importancia para que por sí sola costease los gastos de una vía de enlace al ferrocarril de Zafra á Huelva, que tendría una longitud de 20 á 22 quilómetros hasta la estación de la Puebla ó de Medina de las Torres. Repartida la propiedad minera de las otras masas que hay al occidente de Feria entre varios interesados, si un particular ó una Compañía no adquiriese todos los grupos del término, sería difícil resultase un negocio productivo, y aun en el caso de que para el mejor aprovechamiento, todas las concesiones viniesen á parar á una sola mano, se habría de reconocer si las masas de mineral, atendida la fuerte inclinación con que se presentan, llegan con espesores de alguna consideración hasta una profundidad de 100 metros por lo menos, lo cual es demasiado dudoso.

Minas de la sierra de Córdoba.

Las minas de hierro de que se trata en esta nota son los dos grupos llamados de la *Luisa* y de la *Porrá*, sitas al N. y al NO. de Córdoba en la sierra que limita al septentrión el valle del Guadalquivir.

Grupo de la Luisa.—Se compone de las concesiones siguientes:

Luisa..........................	80	pertenencias.
Ampliación á la Luisa.............	64	—
Segunda Luisa....................	68	—
Los Pedros......................	99	—
Carmen.........................	125	—
San José........................	32	—
Honorato.......................	30	—
TOTAL..................	498	—

Las minas *Luisa* y *Los Pedros* son las dos en que se han practicado labores de investigación, y, por consiguiente, las únicas donde pueden observarse con alguna claridad las condiciones de yacimiento de los criaderos.

El punto de partida de la mina *Luisa* se halla á 7 quilómetros al N.NO. de Córdoba en el cerro de los Quinientos, sobre la derecha de la cañada del Rey, frente al cortijo de San Llorente, y las condiciones de su criadero se observan en las diversas labores que se describen á continuación:

Un socavón de 25 metros de largo formado por dos zanjas que tienen $2^m,50$ de anchura y de 2 á 6 de profundidad. Se reconoce que en esa anchura se intercalan entre las pizarras cloríticas varias masas ligeramente inclinadas al NO. de hematites roja con costras de oligisto, que envuelven muchos cristales de cuarzo cristalizado, substancia que hace sea este mineral demasiado ácido.

Al N. del anterior se halla otro socavón de 25 metros de largo precedido de una zanja de 14 metros. En la galería se abren dos pozos, uno á la derecha de $6^m,80$, todo en mineral, y otro en el frente de $2^m,50$. En sentido vertical tienen estas labores unos 20 metros de mineral con intercalaciones de pizarra estéril verde y rojiza que

reducen la parte útil próximamente á la quinta parte, ó sea á unos 4 metros de espesor; y á 10 metros más al N., en otra labor ramificada en tres direcciones, se encuentra el mineral con gruesos comprendidos que varían de 2 y 3 metros.

Entre estas labores y las siguientes, los bancos se levantan inclinados al S., en algunos sitios cerca de la vertical; pero en el límite N. de la concesión vuelven á tenderse aproximándose á la horizontal.

Más al NE. del segundo socavón citado se halla otro precedido de una gran trinchera de 24 metros, casi toda abierta en pizarras, y á continuación hay tres galerías: una muy tortuosa á 12 metros de la superficie, parte abierta en mineral, parte en estéril en los 32 metros de su longitud; y de ella arrancan á su vez otras dos galerías, la mayor de 9 metros que sigue por el pendiente, y la otra de 6 metros que cruza oblicua el criadero. A 6 metros de la anterior están otras dos galerías cuyas bocas se tocan. La de la derecha rompe todo el terreno hasta el otro lado del cerro y tiene 14 metros, gran parte en mineral; la de la izquierda sólo lleva mena en el pendiente, y se reduce á un registro de 3 metros de largo. La que sale al otro lado del cerro va seguida de un corte de 22 metros de longitud, gran parte en estéril.

A 13 metros al E. de estas labores hay una trinchera de 6 metros de largo, por 1 á 3 de hondo, donde se observa que el banco de mineral alcanza unos 4 metros de grueso, pero se halla mezclado con un 20 por 100 de cuarzo, levantándose por esta parte los estratos con 65° de inclinación al S.SE.

Además de estas labores hay abiertos 19 pozos, muchos hoy cegados y el más hondo de 34 metros, donde se cortó oblicuamente una masa de hematites hasta de 5 metros de grueso. Este pozo, que es el núm. 12, es el situado más á L. de la concesión. El núm. 8, que profundizó 11 metros, cortó el criadero con un metro de espesor en su principio, pero reduciéndose en su fondo á 20 centímetros, entre un filón de cuarzo, que puede ser indicio de haber otros metales, y que tiene por pendiente bancos de caliza continuados por el límite N. de la concesión con buzamiento de 15 á 20° al N.NE.

Más al O. del pozo 8 hay una calicata en que se extienden las capas hasta muy cerca de la horizontal, y en ella se nota claramente que las condiciones del criadero de la *Luisa* son idénticas á las de otros ferríferos análogos de las provincias de Badajoz, Sevilla

y Córdoba, pues se presenta este orden sucesivo de sobreposición:

1—Pizarras y filadios cloríticos como base ó yacente del criadero.
2—Manto de mineral con espesores comprendidos entre 1 y 2 metros, constantemente penetrado por vetas y geodas de cuarzo cristalino, en proporciones comprendidas entre el 10 y el 20 por 100.
3—Caliza del pendiente que desapareció por roturas y derrubios en la parte meridional de la mina *Luisa*.

En resumen, la serie completa de estratos forma repetidos pliegues por todo el espacio de la concesión, que en una mitad próximamente de la superficie está desprovista de mineral.

La mina de *Los Pedros* se halla al S. de la *Luisa* en el cerro de San Llorente, y fué una antigua mina de cobre, viéndose muchos escombros manchados de azul y verde por el carbonato de este metal. Existen en esta mina varios desmontes y sacavones donde se observa que sobre unos bancos de pizarras silíceas y cuarcitas pizarreñas, hay una fila de bolsadas alargadas de hematites compacta y cavernosa con cuarzo cristalino y carbonato de hierro. Los espesores de estas bolsadas varían entre 1 y 3 metros y se sobreponen á ellas las capas de calizas brechoides y compactas que inclinan de 50 á 60° al S. 20° E.

Probablemente el criadero de esta mina es la prolongación meridional del mismo de la *Luisa* que quedó cortado y fué arrastrado por los derrubios en la parte donde hoy se abre el barranco ó vallejo de San Llorente.

Nada puede decirse de las otras concesiones de este grupo, pues no se ha practicado ningún trabajo de investigación; mas á juzgar por el aspecto del terreno, probablemente la cantidad de mineral de todas no representa una gran superficie, en la que no deberá señalarse más de un metro como término medio del espesor de mena, y aun para afirmar de una manera rotunda que así sea, será preciso continuar los trabajos de investigación en las concesiones no exploradas y proceder al examen minucioso del terreno hasta decidir resueltamente si es ó no conveniente la explotación de este grupo, y todo sin olvidar que el mineral es demasiado silíceo.

El *Grupo de la Porrá* se halla situado á 15 quilómetros al NO. de Córdoba, entre el pueblo de Santa María de Trasierra y el río Gua-

diato, cerca de su desembocadura en el Guadalquivir por terrenos bastante montuosos.

Se compone de las siguientes concesiones:

Matilde..........................	220	pertenencias.
María Ana........................	20	—
María Amalia.....................	40	—
San Pablo........................	80	—
Puríta...........................	45	—
Santa Tecla......................	12	—
TOTAL...............	417	—

La principal de las seis minas es la *San Pablo*, cuyo punto de partida está á 40 metros al S. del cruce del camino de la Val de la Huerta á Córdoba con el de Almodóvar. Cerca de aquel punto, por ambos lados del Arroyo de las Yegüerizas asoma entre las pizarras un pórfido anfibólico, rojo obscuro, muy ferruginoso, en indudable relación con el criadero de hierro que se pretende explotar.

Cerca del dicho punto de partida llamó la atención hace varios años una gran masa de hierro oligisto que en algunos sitios medía 32 metros de grueso, si bien en longitud apenas pasaba de 100. En ese oligisto abunda el cuarzo cristalino, íntimamente mezclado, y el criadero encaja entre las pizarras infrayacentes y la caliza algo ferruginosa. No se ha explorado lo suficientemente el yacimiento, y es probable que no tenga tanta importancia como en el país le han atribuído. No obstante, se ven señales de su continuación por el cerro del Almagro al S. de la casa de los Prados, y allí las capas de caliza sobrepuestas inclinan de 50 á 60° al N.NE., marcándose además una inflexión en la faja ferrífera que se retuerce al SE., levantándose más al S. todos los bancos hasta los 75° de buzamiento al S.SE.

Cerca de 3 quilómetros continúan las manchas ferruginosas inmediatas á las calizas, con anchos que varían de 5 á 15 metros; pero á lo sumo una quinta parte de estas cifras es lo que puede considerarse como mineral.

En resumen, está menos descubierto el criadero de este grupo que el del anterior; y sin más extensas labores de reconocimiento no sería prudente decir nada definitivo acerca de él.

Minas de la sierra del Madroño, en las inmediaciones de Hellín, provincia de Albacete.

Las aguas termales de Fortuna, Archena y Alhama en la provincia de Murcia, son los últimos restos que han llegado hasta nuestros días de una serie de fenómenos hipogénicos, con los cuales se puede relacionar la formación de los criaderos minerales de la región SE. de España. Desde el final de la época terciaria hasta los comienzos de la cuaternaria, aquellos fenómenos geológicos ejercieron su acción en una ancha zona comprendida á lo largo de la costa del Mediterráneo, desde la sierra de Gata hasta la de Cartagena, según lo indican actualmente los asomos traquíticos de dichas dos sierras, de la de Mazarrón y de las inmediaciones de Hellín, en cuyas minas de azufre también descuella un cerro de esa roca eruptiva.

Muy variada es la composición de los criaderos minerales de esta región, figurando en primer término por su riqueza y abundancia los de plomo argentífero, y en segundo término los de hierro, entre los cuales se han reconocido como de principal importancia los de Cartagena, de Morata, de Pulpí y de Cehegín.

En diferentes parajes de las inmediaciones de Hellín existen criaderos parecidos, algunos de los cuales, aunque no presenten tan grandes cantidades de mineral como aquéllos, no dejan de ofrecer interés; pero en la imposibilidad de tratar ahora de todos ellos, limitaré esta sucinta nota á los que se encuentran en las vertientes septentrionales de la sierra del Madroño, situados á poco más de dos leguas al NO. de Tobarra.

Actualmente existen allí doce registros, siguiendo los afloramientos de un criadero en varios sitios ramificado, pero cuya continuidad se puede seguir sin interrupción en una longitud de 3700 metros que comprenden aquéllos. Marchando del E. al O., los nombres de esas doce minas y sus respectivas extensiones son las siguientes:

Luz...........................	50	pertenencias.
P. G. Bermúdez..................	12	—
Fundación de Pedro..............	60	—
María..........................	12	—

San Antonio	12	pertenencias.
Pasionaria	30	—
San Ildefonso	18	—
San Evaristo	39	—
Ampliación	12	—
Caridad	15	—
San José	4	—
Audaz	12	—

Suman un total de 256 pertenencias, que en su mayor parte corresponden á una sola Compañía formada por la asociación de diversos registradores.

En varias de esas minas no se hicieron todavía labores de reconocimiento; en otras se han abierto calicatas demasiado superficiales, y en algunas se hicieron pozos y galerías inclinados, de exiguas profundidades é irregulares dimensiones.

Consiste el criadero de la sierra del Madroño en una capa-filón con repetidos ensanches y estrecheces á modo de rosario, encajado entre margas y calizas cenicientas y blanquecinas que se alinean casi de E. á O. inclinando entre 25 y 40° al S. 15° O. Esas rocas pertenecen á la formación cretácea inferior, ó sea al neocomiense superior, á juzgar por algunos restos fósiles que, si bien escasos, por allí se observan; y dichas calizas, en su contacto con el criadero, están parcialmente transformadas en dolomías brechoides, rojizas, con mezcla de carbonato de hierro.

No se han practicado suficientes trabajos de investigación para poder apreciar la potencia media de este criadero, que parece comprendido entre 1 y 3 metros, según se detallará á continuación, al reseñar las labores que hoy se hallan en los diferentes registros.

El mineral consiste en una hematites parda compacta muy pura, con poco cuarzo, en unos sitios concrecionada, y esponjosa en otros, con una ley que varía del 54 al 57 por 100 de metal, según análisis recientes.

A 140 metros al O. de la fuente de la Umbría, en la mina *P. G. Bermúdez*, se hallan las dos labores más orientales del grupo. Es la primera una calicata abierta á modo de cueva en una caliza dolomítica, rojiza y muy compacta, cruzada por muchas vetas de hematites mezclada con ocre y carbonato de hierro. Varía entre 10 y 25 centímetros el grueso de esas vetas, que irregularmente se bifurcan y

entrecruzan; y no parece que en esta parte sea el criadero de mucho interés, pudiendo ser que allí se encuentre su extremo oriental.

A 148 metros más al O. de la anterior hay otra calicata abierta á modo de la boca de una galería, donde las vetas de hematites concrecionada siguen igualmente mezcladas entre los carbonatos de hierro y de magnesia con diferentes huecos ó soplados, señales evidentes de que por bajo de ellos pueden encontrarse bolsadas rellenas de mineral, análogamente á lo que se observa en los criaderos plomizos de la sierra de Gador, en la de hierro de la Alhamilla, próximo á Almería, y en otros muchos sitios. Cerca de un quilómetro más al O. se halla el punto de partida de la mina *María*, donde hay un pozo de 6 metros cuadrados de sección, con sólo 5 de profundidad, á continuación del cual siguen otras labores inclinadas é irregulares. En algunos puntos pasa allí de 2 metros el espesor del criadero, y la hematites, que es concrecionada y cavernosa, encaja entre la caliza brechoide magnesiana. A 23 metros al SE. de ese pozo, á continuación de un anchurón á modo de cueva, existe otra galería inclinada, hace unos sesenta años abierta, según cuentan, en busca de minerales de plomo ó de cobre, más bien que de hierro.

A 42 metros al SO. del punto de partida de la *María* hay otra calicata hecha sobre vetas insignificantes derivadas del criadero.

Sobre éste hay dos labores abiertas hace poco tiempo en la mina *San Antonio*, en las cuales se comprueba la continuación del criadero con gruesos comprendidos entre uno y dos metros de hematites compacta; y siguiendo más al O. se ven otras dos labores en la *Caridad*, donde el ancho de aquél varía entre 3 y 6 metros, aumento de espesor que coincide con irregularidades y pliegues de las capas del terreno, viéndose desgajadas numerosas cuñas de caliza magnesiana entre las hematites, mezcladas con limonitas y ocres amarillentos.

En los confines de la *Caridad* y *San José*, pero incluído en esta última mina, pues se halla á poco menos de 100 metros del punto de partida, también se abrió hace poco tiempo un pozo de investigación, donde en 3 metros de anchura se doblan las vetas de hierro con 25 á 40° de inclinación al N., derivándose de ellas diferentes ramificaciones irregulares de gruesos muy variables.

Las labores más extensas de la sierra del Madroño se hallan junto al punto de partida de la concesión de *San José*, comienzan por una ancha excavación á cielo abierto que baja en rampa hasta más de 5 metros de profundidad, y al final de ella hay una galería de otro tan-

to de largo, alineada al E. 30° N., que se bifurca en otras dos muy inclinadas, cada una de 12 metros de longitud. En la de la izquierda, que tuerce al N. 10° O., la hematites compacta tiene el grueso de 2 metros por término medio, y entre su masa se intercalan varias vetas de manganeso y de ocre. La galería de la derecha se alínea al E.NE., tuerce otros 12 metros al E.SE., y en su remate se abrió un pocillo fuera del criadero entre las brechas dolomíticas.

En resumen, el principal interés del criadero de la sierra del Madroño se halla entre las minas *María* y *San José*, en la longitud de 2 quilómetros próximamente, distancia de bastante entidad para inducir á creer que en profundidad pudieran encontrarse masas de mineral de mayor importancia que las que se ven en la superficie. Tampoco sería un caso singular que á ciertas profundidades, como en muchos puntos ha ocurrido, este criadero, que es de hierro en la superficie, se convirtiese en otro de plomo ó de cobre ó mezcla de otros varios metales; mas á juzgar por los afloramientos sólo debe considerarse como de hierro. Más fácil sería que en algunos sitios, alcanzada cierta profundidad, se levantase este criadero acercándose á la vertical, con mayores inclinaciones que las observadas en sus afloramientos.

Como es bien sabido, comprobada la bondad de un mineral cualquiera, ocurren para su aprovechamiento estas tres cuestiones, á las que inmediatamente se pide á todo ingeniero su parecer: 1.ª, la cantidad que puede contener el criadero; 2.ª, las mayores ó menores dificultades para su explotación; y 3.ª, los medios más económicos de transporte á las vías generales y puerto de embarque más inmediato. Pero no entraré en estas cuestiones; porque tratándose de un criadero irregular no es posible dar ni una cifra aproximada de su valor sin que se hayan practicado extensas y profundas labores de reconocimiento.

Minas de sierra Alhamilla, en la provincia de Almería.

Desde hace mucho tiempo son conocidos los criaderos de hierro de sierra Alhamilla, á los que no se prestó atención alguna por aquellos años en que se rebuscaban por sus montes los filones plomizos, hoy poco explotados en varios parajes y abandonados á causa de sus exiguos rendimientos.

Considerando en su conjunto los criaderos de hierro de toda la

sierra, y prescindiendo de datos é informes parciales de alguna de sus minas, dos Memorias impresas existen acerca de aquéllos que deben tenerse presentes. La primera es del año 1877, se debe al que fué Inspector del Cuerpo de Minas, D. Felipe Martín Donayre, y se titula *Datos para una reseña física y geológica de la región SE. de la provincia de Almería*; la segunda, más reciente, pues data del 1892, es la de D. Juan Pié y Allué, *Sobre los criaderos de hierro y de plomo de Levante de España*, con cuyas apreciaciones estoy en general de acuerdo. Tal es, con lo referente al origen de los criaderos; pero antes de pasar adelante expondré cuatro palabras acerca de la constitución geológica de esta sierra, cuyo conocimiento es de toda necesidad para comprender el verdadero valor y la importancia relativa de los criaderos.

I. Constitución geológica de sierra Alhamilla.—La más rápida ojeada desde una cualquiera de sus cumbres, basta para comprender que la sierra Alhamilla se compone de dos clases de rocas muy distintas: las pizarras cloríticas y micáceas, de colores claros, que se muestran con notable desarrollo en hondos y dilatados valles, y las calizas amarillentas, parduzcas y rojizas, más ó menos magnesianas y arcillo-ferruginosas, que sobresalen en fajas alargadas señalando cumbres paralelas alineadas al E.SE. con diversas inflexiones y soluciones de continuidad. En sus *Datos* ya citados, el Sr. Donayre incluyó en el cambriano ambas rocas que componen esta sierra y sus inmediatas, Cabrera y de los Filabres; mas posteriormente, en virtud de diversas exploraciones hechas por varios ingenieros de la Comisión del Mapa geológico de España, se rectificó la clasificación asignando á las pizarras una edad más antigua, trasladándolas al tramo superior del terreno estrato-cristalino, y fijando para las calizas otra mucho más moderna, ó sea la triásica superior.

Las capas más inferiores del primer grupo, ó sean las pizarras micáceas, se observan en las hondas depresiones que hay en las faldas meridionales de la sierra, por los barrancos Agua, Castro Polvareda, que descienden más de mil metros por bajo de la cumbre de Culataivi, el punto más culminante, á 1446 sobre el nivel del mar.

Las pizarras cloríticas y talcosas constituyen por su extensión más de las tres cuartas partes de la sierra Alhamilla, y aunque en varios puntos son consistentes y forman bancos que sobresalen con peñones sobre los recortados barrancos que por doquier las atraviesan, por regla general se desmenuzan en tierras sueltas ó en hojuelas pequeñas.

Es de la mayor importancia fijarse en la marcha de los estratos que componen la sierra. A pesar de su mucha antigüedad, las capas de pizarras y de las calizas suprayacentes, casi por todas partes se hallan con pendientes inferiores á 45°, y en muchos sitios están onduladas con la inclinación media de 20 á 25°, lo que no obsta á que en ciertos parajes bucen entre 60 y 70°, y hasta se acerquen á la vertical. Así sucede en los bordes de las fallas que, paralelamente á la alineación general, fraccionan la sierra en varias filas orientadas del O.NO. al E.SE.

El adjunto corte geológico (fig. 3) trazado de NE. á SO., á través de su dirección, puede dar idea aproximada de la disposición de las capas de pizarras y calizas, de las fallas que las cortan y de los criaderos que entre aquéllas se incluyen.

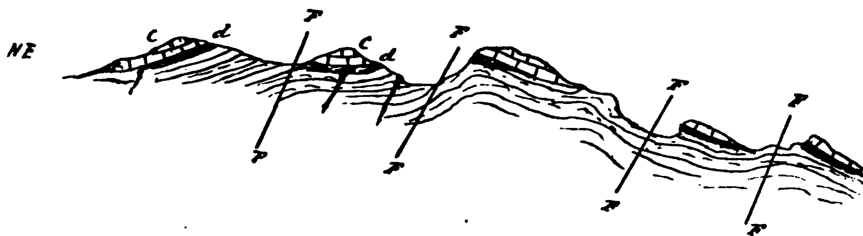


Fig. 3.

a—Pizarras micáceas.
b—Pizarras cloríticas y sabulosas.
c—Calizas dolomíticas.
d—Depósitos ó mantos irregulares de minerales de hierro.
e—Filones de galena, con piritas de cobre y minerales de hierro.
F, *F*—Fallas que cortan los terrenos.

En conjunto, las pizarras y calizas forman una gran comba ó bóveda, buzando al S.SO. las capas meridionales y al N.NE. las septentrionales, prescindiendo de las dislocaciones pequeñas, pliegues y rizos que se observan en los bordes de las fallas que cortan los estratos y que se marcan en las laderas de los barrancos.

Atraviesan las pizarras numerosos filones y vetas de cuarzo blanco que en varios puntos contienen galena, piritas de cobre y de hierro, y otros minerales. El espesor de aquéllas se aproxima á 1000 metros, teniendo en cuenta la diferencia de nivel que hay entre la cum-

bre de Culataiví y los llanos que por todos rumbos rodean la sierra. Las calizas, en cambio, que á modo de casquetes alargados las coronan, sólo en algún punto exceden de 100 metros de potencia, no debiendo asignarse más de la mitad como espesor medio. Estas calizas triásicas, que son en su mayor parte compactas y á veces semi-espáticas, se hallan fisuradas y desgarradas en diversos sentidos, con grandes oquedades ó soplados que en varios sitios se alargan en el sentido de las caras de junta, profundizando de una manera irregular y en considerable longitud donde los estratos tienen inclinaciones que pasan de 50 á 60°. Sobre las calizas hay mantos de brechas formadas posteriormente, pero tan compactas y tenaces como ellas, é intimamente relacionadas con los criaderos de hierro.

Estas calizas tal vez formaron al principio una mancha continua enlazada con bancos de iguales caracteres y de la misma edad de las inmediatas sierras Cabrera y de Gador. Las repetidas dislocaciones que sufrieron los estratos desde la época triásica hasta nuestros días, y los enérgicos y continuados efectos de los derrubios desde larga fecha y sin cesar crecientes, motivaron que tales calizas se vean hoy aisladas en una porción de mogotes y de manchas alargadas, sobresaliendo en cerros recortados y escarpados peñones.

Siendo la provincia de Almería una de las de España donde con mayor intensidad se han mostrado los efectos del volcanismo terrestre, tal vez acompañados de emanaciones metalíferas de diversa composición, muy natural es que los criaderos de Sierra Alhamilla aparezcan en íntima relación con rocas eruptivas. Así se observa, entre otros puntos, por las vertientes meridionales de Culataiví, en el barranco García, que junto á los filones de hematites parda de la mina *Cucos Padres*, hay dos rocas hipogénicas ó eruptivas de caracteres y aspectos muy distintos. La que toca á uno de los filones es una diabasa descompuesta, roca parduzca, con ligero tinte gris verdoso, más pesada que el mineral de hierro, con el cual se asocia, y con quien pudiera confundirse en un examen superficial. A levante de esa roca, que es un silicato múltiple de alúmina, hierro, magnesia y otras bases, y tocando á ella, hay otra roca blanca compuesta principalmente de feldespato con hojuelas de mica blanca ó muscovita, y en la cual se descubren además, con el auxilio del microscopio, granos de cuarzo, cristalillos de turmalina negra y otras substancias accidentales: esta roca se descompone hasta el punto de poder desmenuzarse entre los dedos, y forma con la anterior una

mancha alargada de N. á S. que apenas alcanza una hectárea de extensión superficial.

Tal es, á grandes rasgos expuesta, la composición petrológica de la sierra Alhamilla, sin cuyo conocimiento preliminar no es posible formarse idea exacta de sus criaderos de hierro.

II. Criaderos de hierro de sierra Alhamilla.—En su inmensa mayoría los criaderos de hierro de sierra Alhamilla encajan en las zonas de separación de las pizarras y de las calizas, lo cual concuerda con su modo de formación. Producidas en las pizarras numerosas grietas al tiempo de originarse las rocas hipogénicas de que se ven ejemplos en aquélla, y en mucha mayor escala en la inmediata sierra volcánica de Gata, es posible que por las mismas grietas circularan abundantes aguas termales fuertemente cargadas de hidróxidos de hierro. Al tropezar éstos con rocas tan impermeables como las pizarras, marcharon hasta encontrar otras rocas, como son las calizas, de muy distintas cualidades, menos elásticas, más fáciles de resquebrajarse y más atacables por las corrientes hidro-termales, seguramente cargadas de ácido carbónico. Parte por la acción química de este último, parte por la acción mecánica de dichas corrientes y de las concusiones en el terreno, al originarse las masas hipogénicas entre esas calizas, se produjeron grandes oquedades ó soplados que hoy vemos en su mayoría rellenos de minerales de hierro más ó menos explotables. Y como en ese trabajo de demolición y sedimentación, causado por las emanaciones ferruginosas, se desgarraron en amplia escala las capas calizas, numerosos fragmentos angulosos é irregulares, de diversos tamaños, fueron cimentados ó ligados por los mismos materiales ferruginosos que se repartieron con visible desigualdad, ya aislados en masas ó bolsadas, ya entrecruzados en vetas y venillas de desigual riqueza.

De tal modo de formación resulta que las pizarras muy ricas en filones de cuarzo con minerales de plomo y de cobre, son muy pobres en minerales de hierro, los cuales, en cambio, se alojan en las calizas casi exclusivamente.

Los criaderos de hematites parda no forman filones ni bancos en la caliza, sino mantos irregulares de muy desigual espesor, según las variables magnitudes de los huecos que rellenaron. En algunos sitios se miden más de 30 metros de potencia, pero son más frecuentes los gruesos comprendidos entre 5 y 12 metros, no sin repetidos ensanches, estrecheces y soluciones de continuidad. Cortados á través de

su espesor, por multiplicadas rozas efectuadas en años anteriores, ó en afloramientos que todavía no han sido tocados por la mano del hombre, es frecuente observar secciones como las representadas en la adjunta figura 4.

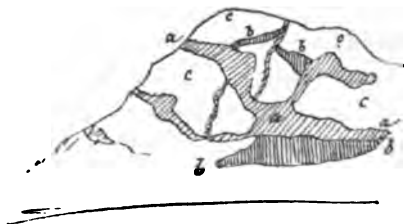


Fig. 4.

a—Hematites rica.
b—Mineral con mezcla de caliza.
c—Caliza envuelta entre mineral.

Los cantos de caliza envueltos entre mineral forman á modo de cuñas ó clavos estériles que en gran parte motivaron las irregulares y disparatadas labores con que esta sierra está acribillada en miles de parajes.

La excelente calidad de los minerales y la extraordinaria irregularidad en su repartición, son los dos caracteres distintivos de los criaderos de sierra Alhamilla.

Los minerales son en su casi totalidad una hematites parda fuertemente impregnada de manganeso que suele entrar por 3, 4 y hasta 5 por 100 del total. Según diferentes análisis practicados en distintas ocasiones, esta hematites se halla exenta de fósforo, de azufre y casi siempre de sílice, siendo de una pureza verdaderamente excepcional. El contenido en hierro metálico oscila, en general, entre el 50 y el 60 por 100, no siendo raros los ejemplares en que excede de esta última proporción. Con la hematites se asocia con mucha frecuencia el hierro espático ó carbonato de hierro, de que se ven hermosas agrupaciones cristalinas en diferentes parajes, principalmente en la mina *Manuela*. También el hierro oligisto se encuentra en varios puntos, sobre todo en la mina *T. H. A.*, donde es fácil encontrar ejemplares que contienen hasta el 70 por 100 de metal.

Las gangas que acompañan á estos minerales de hierro son muy escasas. En primer término se halla la caliza, que en nada perjudica

á su bondad, ya en hojas espáticas, ya con más abundancia en la variedad fibrosa y concrecionada, llamada aragonito, ó sea la *flos ferri* (flor del hierro) de los antiguos. Son varios los criaderos donde también se halla la barita en hojas delgadas blanquecinas; y por fin, aunque con mucha más rareza, se ven geodas y pequeñas vetillas con cuarzo hialino en cristalillos diminutos y en tan exiguas proporciones que influyen poco en la riqueza del mineral.

Otra cualidad apreciable en estos minerales de sierra Alhamilla es la tenacidad, por lo que es fácil su arranque en grandes trozos, sin que se desmenucen mucho por el transporte, lo que permite entregarlos al mercado con poca cantidad de polvo ó de menudo.

La desigual repartición de estos minerales es general por toda la sierra y en todas las minas; al lado de zonas muy ricas hay otras donde la caliza, más ó menos impregnada de hierro, no puede considerarse como mineral aprovechable; junto á bolsadas de grandes espesores hay varias vetillas que sólo tienen algunos centímetros y que en su mayor parte, aunque de mineral puro, serían prácticamente inexplotables tratándose del metal de más bajo precio de todos en el mercado.

Pocas palabras he de decir respecto á la edad geológica en que estos hierros fueron formados; detalle, por otra parte, de secundaria importancia desde el punto de vista práctico de la explotación. Se puede afirmar positivamente que la formación ferrífera es posterior á la época triásica, pues que á la parte superior de esta última corresponden las calizas entre las cuales se depositó el mineral. La proximidad de la sierra de Gata, cuyas rocas volcánicas, cargadas de materiales ferruginosos, son de época bastante reciente, justifica la creencia de que estas hematites se originarían hacia los fines de la serie terciaria, y tal vez en los comienzos de la cuaternaria, resultando así, si no contemporáneas, poco anteriores á la aparición del hombre sobre la tierra.

III. Explotación de los criaderos de hierro de sierra Alhamilla.—Es natural que á medida que se van agotando los ricos criaderos de mineral de hierro de las comarcas cuya explotación dentro y fuera de España ha sido muy activa, se rebusquen por otros países nuevos yacimientos con los cuales se mantenga la demanda del mercado, sin cesar creciente, pues el consumo del metal también aumenta sin cesar de año en año por todo el mundo.

Estimulados por el ejemplo de Somorrostro en estos veinte años

últimos, se exploran en España con creciente afán cuantos criaderos de hierro se sospecha que puedan ser objeto de lucrativos negocios; y entre todas las regiones de la Península, ninguna como la SE., es decir, las provincias de Murcia y Almería, es investigada con mayor insistencia.

Por un lado la proximidad al mar de los criaderos, por otro lado la extensión superficial de tantos centenares de quilómetros donde se encuentran, y á mayor abundamiento la inmejorable condición de sus ricos minerales manganesíferos, han motivado el establecimiento de grandes explotaciones, con poderosos medios de arranque y de transporte.

La sierra Alhamilla, tan inmediata al pueblo de España más aficionado á negocios mineros, cual es Almería, y tan próxima á la costa, no podía quedar atrás en este movimiento, agitado en gran parte por capitalistas vizcaínos enriquecidos en Somorrostro y por extranjeros relacionados con potentes establecimientos siderúrgicos de Europa y América. Y así fué que desde hace varios años se desarrollaron grandes instalaciones para transportes económicos en la parte occidental de la sierra, y en la actualidad se trabaja activamente en el otro extremo para ultimar otra vía férrea de enlace con el mar.

No cabe en mi propósito hacer aquí el juicio crítico de los proyectos que se inauguraron para quedar hoy en suspenso, ni de las vías que se están hoy terminando con la idea de emprender inmediatamente el arranque en escala vastísima, pero al final de este escrito expondré algunas consideraciones generales acerca del particular.

Lo que principalmente convendrá informar, es lo relativo á la mayor ó menor riqueza en hierro de esta sierra y á sus condiciones más ó menos favorables para su explotación; pero faltan datos para precisar lo que se desea, pues no existen labores regulares en que se descubran los criaderos de una manera satisfactoria.

La casi totalidad de los trabajos efectuados hasta la fecha son, ó grandes desmontes, no con mucho acierto ni fortuna dirigidos, ó infinidad de tortuosas trancadas con sinuosos registros, donde poco se puede apreciar sin los planos que las representen, y semejantes labores en muchos sitios perforan sin concierto las masas metalíferas, y en otros penetran sin provecho en las calizas ó en las pizarras. Entre varios centenares de trabajaderos tan disparatadamente abiertos, apenas hay alguno donde se manifieste con claridad la mayor ó menor importancia del criadero que se investiga y que al propio tiempo

se trataba de explotar, aun cuando sin la menor preparación racional y metódica.

Ateniéndonos á la disposición topográfica de tales criaderos y labores, tres grupos principales se distinguen: el occidental ó de Alfaro, el central de Culataiví y los Calares, y el oriental ó de Lucainena.

En el grupo de Alfaro se explotaron cantidades de alguna consideración en las minas *Cartagenera, Virgen del Romeral* y otras inmediatas, motivando instalaciones para el transporte de los productos, en las cuales se invirtieron sumas de bastante importancia. Varias de las labores son subterráneas é irregulares, repartidas en siete pisos separados 10 metros entre sí; pero en la mayor parte consisten en grandes rozas, á las que obligó la desigual repartición del mineral. Este se alínea en cuatro fajas principales: las dos extremas con espesores que varían entre 5 y 7 metros, y las dos centrales de 10 á 12 de potencia.

Esas fajas se extienden á las minas colindantes la *Rica, Angela, Julio, Antonio* y *Constantino*, viéndose claramente en la segunda la comba ó doblez que forman los estratos, como se dibuja en la figura núm. 5, donde con la letra *a* se representa una masa aislada de mineral en el vértice de dos mantos, *b* y *b'* de buzamiento opuesto, así como las calizas *c* que están sobrepuestas á las pizarras *p*.

En la *Rica* los hierros y las pizarras inclinan 40° al SO., ensan-

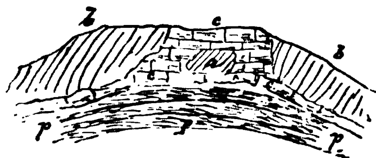


Fig. 5.

chándose el manto de mineral hasta tener 20 metros de potencia. Al E. de la *Rica*, en la *Felisa*, los bancos se tienden hasta ponerse casi horizontales en algunos puntos.

En los baños de sierra Alhamilla se muestran los grandes afloramientos de *Primero de Mayo* y *San Claudio*, donde se establecieron diversas labores subterráneas, distribuidas en 14 pisos distantes entre sí 10 metros y desmontados en su mayor parte á cielo abierto. En varias bolsadas que cortó el pozo *Sepultura* se halló un mineral muy rico en manganeso, pues entraba por el 14 por 100.

Más al N. de los tajos de Buendía hay otras varias concesiones, como *Pedro el Travieso*, *Conde del Venadito*, etc., donde el mineral impregna las calizas y las brechas con excesiva desigualdad. Algunos criaderos, como en *Pedro el Travieso*, tienen más del 12 por 100 de sílice. Entre estas minas y las del grupo central hay otras llamadas las *Provincias*, insuficientemente exploradas, ocupando la parte NO. de la sierra.

En el grupo central hay que distinguir dos zonas: la septentrional, ó sea de los Calares, y la meridional, ó sea de Culataiví. Cerca del cortijo de Solves se hallan varias minas, entre las cuales merece citarse la *Por si acaso*, donde se han efectuado varias labores de reconocimiento que demostraron la potencia de 7 á 8 metros del criadero, cuyo mineral, bastante rico, se halla dividido en secciones por la caliza. Inmediata á ella se encuentra la *No roncar*, cuyas capas se levantan con 70° de inclinación, si bien las pizarras infrayacentes que rodean el lentejón de caliza que encierra el mineral, están mucho menos inclinadas. Las labores de la mina *Brillante* y de la *Manuel y José*, colindantes á las anteriores, demuestran análogos caracteres.

Menos ricas parecen las minas *Gavilán*, *Aguila*, *Cuco* y *Salvador*, sitas más al NE. de las anteriores en cerros mucho más bajos y en los límites septentrionales de sierra Alhamilla, confinando con las margas terciarias que median entre ella y la de los Filabres. En estas minas los hierros negruzcos manganesíferos se mezclan con otros anteados amarillentos y con los terrosos de color morado, formando brechas con las calizas, están sobrepuestos á las pizarras, pero son menos abundantes que los de las minas anteriores.

Al S. de la *Por si acaso* y *No empujar*, más próximas á las cumbres altas de la sierra, hay otras tres minas: *Dunky*, *Burra de Don Jaime* y *Caballo de Santiago*, que parecen menos ricas. En la última, sin embargo, hay una brecha ferruginosa que en sitios pasa de 2 metros de espesor, bastante impregnada de mineral.

En la zona de Culataiví descuella en primer término, como más rica en mineral, la mina *Providencia*, en que se abrieron muchas labores irregulares, al principio en busca de mineral plomizo, y posteriormente para extraer el hierro, que en ciertas zonas es de excepcional espesor y gran riqueza. Colindante á ella por SE. se halla la *Cucos Padres*, que parece menos rica, siendo de notar que por el lado del barranco García, inmediata á la roca hipogénica ya mencionada, entre las pizarras que yacen inferiores á las calizas de la *Provi-*

dencia existen siete filones, algunos de más de un metro de espesor.

Al S. y SE. de las anteriores y del cerro Culataiví hay otras minas de secundario interés, unas en vetas y filones entre pizarras y micacitas, otras en mantos irregulares entre calizas. En el primer caso se halla la mina *Compañeros del Banco,* cuya capa-filón encaja entre micacitas inclinado 75° S.SE.; la *Torre del Oro* y el *Avión*, de más pobre apariencia, y la *Segunda Providencia*, donde sólo se ven irregulares vetillas de escaso provecho.

En el segundo caso están la *Nápoles*, cuyos minerales son ocráceos, cavernosos y concrecionados, mezclándose la limonita amarilla con hematites irisada, y la *Capitana* al SE. de la anterior, que parece de menos valor.

El grupo oriental ó de Lucainena es reputado como el más rico de la sierra, y entre sus minas principales se hallan la *Gracia*, cuyo criadero, de excelente mineral, pasa de 10 metros de potencia, pero como en toda la sierra, está muy desigualmente repartido entre la caliza; la *T. H. A.*, donde hay crestones ferruginosos con 14 metros de espesor; la *Manuela,* notable por su abundancia en hierro espático, y la *Visto y Veremos*, en el extremo oriental de los criaderos, donde se presentan bolsadas que en sitios llegan á tener 20 metros de espesor. En estos tres años últimos se emprendieron en este grupo trabajos de explotación en grande escala, que justificaron la merecida fama de su riqueza.

Enumeradas á grandes rasgos las principales minas de la sierra, me resta hacer algunas consideraciones acerca del valor efectivo de sus criaderos. En la citada Memoria del Ingeniero D. Juan Pié y Allué, se consigna que los grupos de Lucainena, Alfaro y Baños de sierra Alhamilla, han alcanzado cubicaciones de 9, 4 y 5 millones de toneladas respectivamente, sin que se exprese claramente que en ese total de 18 millones se hayan incluído los criaderos del centro de la sierra, ó sea de las Calares y Culataiví, que pròporcionalmente harían aumentar esa cifra por lo menos en un tercio. Dudo mucho que aquella evaluación sea exacta; bien sospecho que resulta demasiado elevada por dos causas de error que conviene indicar. El señor Pié considera que la profundidad de los criaderos es indefinida, y yo creo, por el contrario, que es muy limitada, pues los bancos de mineral se reducen á la zona de contacto de las fajas de caliza con las pizarras infrayacentes. Esas fajas se hallan circunscritas en todos sentidos, formando manchas ó bandas alargadas que no constituyen ni

la quinta parte de la sierra; y si bien existen filones de hierro en las pizarras, no son de importante espesor. Todavía más. No está demostrada la continuidad con espesores explotables de esos mismos filones, y en tanto no se demuestre, se deberán reducir las evaluaciones á las zonas de las calizas donde evidentemente se concentró casi toda la riqueza en hierro de la sierra. La segunda causa de error que influyó en una evaluación á mi juicio sobrado elevada, pudo consistir en que el mineral se halla muy diseminado entre la caliza, y los espesores de 5, 7, 14 y hasta 30 metros de algunas bolsadas representan de 4 á 6 veces más que la verdadera riqueza en hierro, pues entre dos bolsadas inmediatas median zonas estériles de mucha mayor extensión que las ricas ó explotables con ventaja. Aun reducida así la evaluación á menos de la cuarta parte, siempre se podría contar con una cantidad explotable de 3 á 4 millones de toneladas, lo que representa una riqueza de consideración; pero téngase, sin embargo, presente que no se halla concentrada esa riqueza en reducidos espacios, sino diseminada en más de 50 quilómetros cuadrados, con multiplicados espacios estériles de pizarras y en una sierra recortada por profundos barrancos en todos sentidos.

Para condensar mi opinión respecto á la riqueza en minerales de hierro en la sierra Alhamilla, formularé en resumen las siguientes conclusiones:

1.ª Es en extensión y no en profundidad como se deben tomar los datos fundamentales para cubicar aproximadamente los minerales que existen explotables.

2.ª Concentrada casi toda la riqueza en las fajas de caliza, debe medirse la superficie que éstas ocupan, señalando en cada caso los espesores medios de mineral de hierro.

3.ª Debe descontarse por lo menos el 50 por 100 de ese espesor medio, á causa de las muchas y voluminosas cuñas de caliza, entre las cuales el mineral se entrelaza con extraordinaria irregularidad.

Demostrada así la riqueza relativa de los criaderos de sierra Alhamilla, para que su explotación resulte ventajosa aun debe estudiarse con mucho detenimiento la cuestión de los arrastres, la más complicada de todas, pues si bien la excesiva dispersión de los minerales ofrece á primera vista la ventaja de poder multiplicar indefinidamente los puntos de ataque, en cambio exigiría el establecimiento de cientos de quilómetros de vías y planos inclinados, en instalaciones que saldrían bien costosas.

Haya más ó menos millones de toneladas de mineral en sierra Alhamilla, por la misma excesiva dispersión, sería lo más económico y seguro para su aprovechamiento concentrar todos los medios de ataque y de arrastre en los parajes de mayor riqueza, sin multiplicar mucho los campos de labor, y trasladando los elementos de explotación de unos á otros parajes á medida que los primeros se fuesen agotando. Estudiada previamente con esmero una vía general de transporte de duración indefinida, las vías secundarias deberían prolongarse y trasladarse gradualmente de las zonas explotadas á las inmediatas por explotar. Tiene que ganarse en extensión paso á paso lo que no es dable conseguir en profundidad y rápidamente.

En cuanto al arranque del mineral, si bien hay varios criaderos que se prestan á rozas ó tajos á cielo abierto, la mayor parte de ellos no serán económicamente explotables más que por medio de labores subterráneas. En general deberá abrirse una galería de transporte, á partir de la cual, por ambos costados se establecerá la labor de huecos y pilares, arrancándose estos últimos al final de la explotación de cada campo de labor. La sequedad de la sierra y la consistencia de la caliza y del mineral, economizarán máquinas de desagüe y fortificación, circunstancias muy favorables que harán económico el laboreo, si ordenada y sistemáticamente se establece.

Minas de la sierra de Almagro, en término de Cuevas de Vera, provincia de Almería.

Multitud de criaderos de hierro se hallan en las provincias de Murcia y Almería, siendo en crecido número las minas de aquel metal que figuran con importantes cantidades de producción.

La formación de esos criaderos responde, como ya se ha indicado en otras ocasiones, á un hecho general, pues las condiciones de yacimiento son idénticas en todos ellos. Grandes masas y lentejones alargados á modo de filones-capas entre los bancos del nivel más alto del terreno estrato-cristalino ó del más bajo del cambriano, es la disposición que por todas partes se observa, siendo constante la mayor concentración de riqueza en la faja ó zona de separación de las pizarras micáceas y cloríticas cambrianas y de las calizas triásicas, que suelen presentarse sobrepuestas á aquéllas. No es peculiar de la región SE. de la Península este modo de yacimiento de los criaderos

de hierro, pues ya hemos dicho en otros escritos que igual forma y análogos caracteres ofrecen los de la Sierra Morena, en la cual hay minas de gran importancia, como las de la sierra Jayona de Fuente del Arco (Badajoz), de Guadalcanal, de San Nicolás del Puerto y del Pedroso (Sevilla), donde las calizas superiores á las pizarras están como corroídas y desgajadas extensa y profundamente, y encerrando criaderos de hierro de mucha riqueza.

La sierra de Almagro, sita á distancias variables de 3 á 15 quilómetros por el N. de Cuevas de Vera, se compone de pizarras cloríticas verdosas, pizarras micáceas muy deleznables y calizas compactas y tabulares asociadas á grandes masas de yeso enclavadas entre estas últimas, y á la formación de las cuales se debe probablemente el que los estratos se hallen doblados en numerosos pliegues y desgarrados con profundas quiebras en todos sentidos. Estas masas de yeso tienen mucho interés para el estudio de la de los minerales de hierro, pues la formación de ambas substancias tal vez fuese simultánea, atendiendo á que las dos clases de rocas se compenetran en todos los criaderos que por allí se encuentran.

Tanto los yesos como los hierros se hallan íntimamente asociados con las diabasas verdosas y duras que nunca faltan donde asoman juntos aquellos minerales, acusando que la formación de los tres elementos correspondió, en período relativamente reciente, á los mismos fenómenos geológicos, originarios de los trastornos estratigráficos que por todas partes se notan en la desnuda, árida y seca sierra de Almagro.

Desde hace muchos años llamaron la atención los afloramientos de hematites negruzca que por varios sitios del país asoman entre las capas de pizarras y calizas. Pero fué en una época en que se investigaban infructuosamente los yacimientos plomizos, atendiendo á la proximidad de la sierra Almagrera, y por entonces se despreciaban los de hierro. Cuando éstos adquirieron, día tras día, mayor importancia, desde luego se denunció el criadero que con mayor continuidad y espesor, y también más ostensiblemente, se presentaba en la parte meridional de la sierra y más próxima á Cuevas de Vera. Tal fué el registro de la mina *Los Tres Pacos*, al que siguieron otros varios que sucesivamente se fueron demarcando, y de los cuales haré á continuación una sucinta reseña.

Tres grupos distintos de minas de hierro se encuentran en la sierra de Almagro: el meridional, compuesto de las minas *Los Tres Pacos*, *Pelayo*, *Justa* y *Lirio Hermoso;* el oriental, formado por las

Vizcaya y *Aurrera*, y el septentrional, de las minas *Chile*, *Flora*, *Nieves* y *Crescencia*, distribuídas en un espacio de terreno que no baja de 16 quilómetros cuadrados.

Para llegar á un resumen acerca de la importancia de los tres grupos, es necesario entrar en algunos detalles relativos á cada uno de ellos.

Es la principal mina la denominada de *Los Tres Pacos* entre todas las de esta sierra, tanto porque en ella se descubre el criadero con mayor extensión, cuanto porque ha motivado algunas labores de investigación que, si bien son poco extensas, dan idea aproximada de las condiciones de yacimiento, mejor que en las otras concesiones muy poco ó nada exploradas. Se halla situada aquella mina en el paraje nombrado Granadicos, entre 3 y 4 quilómetros al N. de Cuevas, y antes de llegar á ella se observa en los picos y barrancos de la Pala uno de los muchos pliegues anticlinales que con abundancia se encuentran en las rocas de la sierra.

Allí las pizarras cloríticas verdosas, las micáceas amarillentas y parduzcas, otras, algo carbonosas, de color gris azulado obscuro, con varios bancos de calizas dolomíticas, y los yesos á ellas asociados, se levantan gradualmente con fuertes inclinaciones al S.SO. hasta acercarse á la vertical en el eje del pliegue. Pasado este último, en la línea meridional de la concesión, cambia el buzamiento en sentido contrario; los bancos se rizan en todas direcciones, pero en conjunto las inclinaciones no pasan de 15 á 20° al N.NE.

La rama meridional del pliegue se ha dejado fuera de las concesiones, con fundado motivo, pues no se ve en ella afloramiento alguno de mineral, mientras que en la rama septentrional, entre los colores abigarrados de las rocas mencionadas, resalta por el color obscuro una faja continua de la hematites parduzca, cortada casi á pico en las escarpas del barranco Granadicos.

Los primitivos concesionarios, hace pocos años, y los que les sucedieron en el próximo pasado, abrieron en esta faja de mineral diferentes labores, algunas enteramente inútiles, y todas demasiado someras para descubrir las condiciones del yacimiento.

En el extremo occidental, fuera ya de *Los Tres Pacos*, en terreno de la *Pelayo*, el criadero está reducido á nódulos alargados y vetillas diseminadas de pocos centímetros de grueso, y 80 metros más al E. existe una galería antigua alineada al E. 30° S. en 10 metros de longitud, que tuerce á escuadra otros 2 metros, y en su remate hay

un pocillo de 3 metros de profundidad buscando el yacente del criadero. Se abrió para investigar minerales de plomo de que por allí no se ve muestra alguna, mientras el de hierro tiene espesor de un metro por término medio.

A los 120 metros de esa labor se divide el criadero en tres vetas que vuelven á reunirse en un solo cuerpo 20 metros más adelante, hasta alcanzar un espesor de $2^m,50$. Se abrió en aquel punto una galería de 10 metros de largo, siguiendo las pizarras verdosas del yacente sobrepuestas á los yesos, los cuales tienen poco más abajo hasta 15 metros de grueso. Como labor de reconocimiento es enteramente inútil, pues deja todo el mineral de hierro en el pendiente, sin descubrir las variaciones de espesor.

A 25 metros á L. de esa galería, hay otra de 28 metros de largo, torcida y mal trazada, que corta un poco la parte baja de la capa de hematites, muy dura en esta parte, y cruzada repetidamente por vetillas de yeso fibroso que atestiguan relación íntima en la formación de ambos minerales.

Al fin de la galería primera y en dirección á L. es donde el criadero se presenta con su principal desarrollo, en una longitud que se aproxima á 200 metros. Entre los 30 y 50 al O. del punto de partida de la concesión, se desmontó una trinchera donde se descubren espesores de mineral de más de 6 metros.

También junto al punto de partida hay un pozo de 3 metros, todo en mineral, abierto en lo antiguo para la busca de galenas, y poco más al N. se halla otro pozo que á los 10 metros cortó el pendiente del criadero, sobre el que avanzó otros 6 y siguió en estéril hasta los 25 de profundidad, primero en las pizarras verdes y después en una alternancia de éstas con los yesos.

Cerca de estos dos pozos se abrió una galería comenzando en una cuña de yeso sacarino y compacto. En sus 17 primeros metros quedó todo el mineral en el pendiente, y en los 7 últimos se torció al E. la galería, penetrando en el criadero de hierro, que en este punto tiene de 2 á 3 metros de espesor.

A los 6 metros de la galería ya dicha hay una trancada de 12 metros de largo, abierta en pizarras verdes y yesos cortados por una veta de mineral de hierro, entre el cual están diseminados cristalillos de pirita, y en este punto los bancos se levantan con 40° de inclinación N.NE.

Treinta metros más al E. se halla otra galería de 27 metros, don-

de el criadero se emborrasca mezclándose las vetas de hematites con las calizas, las pizarras y los yesos, estos últimos con abundancia de pirita en cristales pequeños.

A 18 metros de allí hay un pozo de 17 metros de profundidad que cortó en 11 metros una masa ferruginosa cuyo espesor, teniendo en cuenta la inclinación del criadero, no baja de 7 metros, á los que se agregan otros 3 de otra faja de mineral que quedó más abajo. En este sitio parece hallarse la mayor riqueza del criadero, si bien la longitud de tan excepcional espesor no llega á 40 metros, pues más al levante disminuye rápidamente.

Otra trancada abierta toda en mineral de hierro, se halla á 10 metros del último pozo citado.

A 120 metros al E. del punto de partida hay otra labor mixta, pues comienza con una trancada de 12 metros que se abrió hace tiempo entre menas ferruginosas, pizarras y yeso para buscar galena; sigue á ella una galería de 11 metros practicada en estéril, y luego otra de 9 metros que cortó parte del criadero de hierro sin descubrir todo su espesor, que podrá ser de unos 5 metros, según se reconoce en el pozo situado más al E. con 25 metros de profundidad. A partir de la trancada, los óxidos de hierro se dividen en tres ramas que se abren entre las pizarras á medida que se camina hacia levante, llegando á separarse hasta 100 metros en el barranco del Moro, no muy distante del punto de partida. En el dicho pozo se cortó la rama más septentrional del criadero con muy poco espesor y la del medio con potencia de 5 metros.

Sobre la derecha del barranco del Moro hay una calicata de 2 metros que descubre la rama N. con $1^m,50$ de espesor; y más abajo, en el fondo del mismo barranco, á partir de un pozo de 30 metros abierto también en busca de plomo, se hizo recientemente una galería de recorte de 42 metros que cruzó muy oblicuamente la faja S. del criadero en 9 metros de longitud. Sobre la izquierda del citado barranco también se descubrió la rama N. del criadero por medio de una calicata, en la cual se encuentra aquélla con variables espesores comprendidos entre 15 centímetros y un metro.

Cerca del extremo oriental de la concesión se empezó una galería de recorte que sólo tiene 7 metros, encajada en las pizarras verdes del pendiente y que no llegó á la masa del mineral.

Del examen del criadero, siguiendo todas las labores que se acaban de reseñar, se deduce que su espesor medio en los 600 metros que tie-

ne de largo la concesión *Los Tres Pacos* no baja de 2m,50; pero su importancia efectiva no puede apreciarse por no haberse investigado sus caracteres de continuidad en el sentido del buzamiento de los estratos. Si en vez de multiplicar las labores junto al borde del criadero se hubiesen practicado otras á diversas distancias en un sentido transversal, se estaría en el caso de apreciar su mayor ó menor continuidad.

Se comprende pronto que esta concesión es la más importante de la sierra de Almagro; y no obstante, es imposible apreciar con aproximación la cantidad de mineral que allí existe. Habría sido más eficaz para llegar á ese conocimiento aproximado, que en vez de tantas labores inútiles se hubiese abierto una galería que, siguiendo la inclinación de los bancos, penetrase en el interior de la montaña hasta una longitud de 200 metros por lo menos, y por los caracteres que en ese punto de avance presentase el yacimiento, se podría calcular su importancia efectiva.

De todos modos, el criadero en su conjunto es muy irregular, y en el sentido de la dirección no parece aprovechable fuera de la mina de que se trata. Admitiendo que en los 200 metros citados se mantenga el ya dicho espesor medio, la cantidad de mineral que en él puede encerrarse no pasará de $200 \times 2{,}50 \times 600 = 300000$ metros cúbicos, que multiplicados por 3,4 de densidad equivalen á poco más de un millón de toneladas, y aun esta cifra no puede darse más que admitiendo como cierta la suposición acabada de expresar.

La concesión *Pelayo* envuelve á *Los Tres Pacos* por O., N. y E., y la *Justa* á las otras dos por los mismos rumbos, avanzando entre todas por el N. hasta 800 metros en el sentido del buzamiento del criadero. Este último no parece llegar por las dos zonas orientales de la *Justa* y la *Pelayo;* y por la occidental de esta última el banco de hematites se reduce á vetillas de escaso interés. De aquí resulta que estas dos minas carecen de valor en el sentido de la dirección de los estratos, y únicamente serían de interés si en el sentido del buzamiento el yacimiento se prolongase, no sólo los 200 metros que se han supuesto para *Los Tres Pacos*, sino por lo menos otro tanto, ó sean 400 metros más al N. de la línea que separa aquella mina de la *Pelayo*. Atendido el relieve de la sierra á esa distancia, el criadero estaría allí cubierto por una masa de rocas estériles de más de 250 metros de espesor, lo que equivale á decir que, en el mejor supuesto, estas dos minas serían inaprovechables por largo tiempo.

Al mediodía de *Los Tres Pacos*, y fuera del criadero, está la concesión *Lirio Hermoso*, que es enteramente inútil.

Sita á 6 quilómetros al E. 28° N. de Cuevas de Vera, en el peñón de Martín Pérez está la mina *Vizcaya* en un crestón de calizas dolomíticas amarillentas que sobresale al N. del Llano de Jordana, hasta el cual llegan los derrames montuosos orientales de la sierra de Almagro. Por el lado opuesto de la concesión, en el barranco de Martín Pérez, se marca un eje anticlinal relacionado con las principales dislocaciones estratigráficas de la sierra. El criadero se reduce á una masa irregular de hematites que apenas llega á 100 metros de longitud, con ancho que en pocos sitios excede de uno. Se limita su interés al puramente científico, por verse en esta mina más claramente que en otras la íntima relación de los yesos, las diabasas y los hierros, que con su formación es probable originasen las dislocaciones de las pizarras y calizas de esta sierra, según queda ya indicado. En contacto con las calizas dolomíticas que forman la caja del criadero yacen las otras calizas pizarreñas, sobrepuestas á los yesos, orientadas al N. 20° E., y con 30 á 40° de buzamiento occidental.

Entre esta mina y la siguiente, sobre la derecha del barranco de Bartolomé Alonso, asoma un isleo de diabasa de bastante extensión, y en torno del cual se acentúan los desarreglos estratigráficos, pero sin afloramientos de mineral.

La mina *Aurrera* se halla á un quilómetro N.NE. de la *Vizcaya*, y su criadero tiene mayor interés, aunque no mucho. Radica en el barranco de los Abriguicos, en cuya margen derecha resalta una capa-filón de 2 á 3 metros de grueso, de hematites obscura, encajada entre pizarras cloríticas verdes que se entremezclan cual cuñas en el criadero, así como se ven clavos de mineral aislados en la roca. A las pizarras del pendiente se sobreponen las calizas dolomíticas que forman crestas salientes sobre el barranco, inclinando los estratos 25° al S.SO. Se abrió allí, hace tiempo, una galería en busca de plomo, y el criadero de hierro sólo aflora en unos 200 metros de longitud, desgarrándose en su remate todos los bancos que se levantan casi verticales con buzamiento al N.NE. Aun suponiendo que en el sentido de la máxima pendiente la masa ferruginosa se prolongue otros 200 metros y conserve el espesor medio de 2 metros, no sería prudente suponer que el criadero pudiera dar gran producción y menos con beneficios que compensasen los gastos de la vía de transporte que hubiese de enlazar esta mina con las inmediatas.

A corta distancia al N. del cortijo de los Guardas, en el barranco de la Rellana y donde se presentan tres afloramientos de mineral en la altura de unos 80 metros, hay una concesión con el nombre de *Chile*, en la cual el asomo metalífero más inferior, á la izquierda de ese barranco, es una capa-filón de 2 á 3 metros de espesor en que la hematites está demasiado mezclada con pizarras ferruginosas intercaladas entre las cloríticas verdosas que sólo inclinan 20° al SO. Los otros dos asomos afloran por ambas laderas del cerro llamado Pino del Aire: el más inferior es muy irregular en su espesor y no da señales de prolongación fuera del cerro, reduciéndose su extensión á menos de un hectómetro; y el superior, situado 20 metros más arriba, es un casquete que corona el cerro en 30 metros de longitud y está cortado por la diabasa, que también limita la continuación de los otros dos veneros.

Por lo que se ve en *Los Tres Pacos*, los tres criaderos de que ahora hablamos deben ser ramas de uno solo, cuya situación en lo interior del terreno queda indeterminada. No sería imposible que la masa ferruginosa fuese la continuación por el NE. del criadero de *Los Tres Pacos*; pero no hay en el intermedio señales de que así suceda, por lo cual es lo más prudente suponer que, si bien correspondiendo todos los yacimientos al mismo origen, se hallen separados unos de otros, sin masa intermedia explotable que los una.

La mina *Flora* está al O. de la *Chile*, en el barranco del Carrizalejo y sobre un criadero asociado también á la diabasa gris verdosa, dura y compacta, y encajado entre las pizarras y las calizas tabulares coronadas como en las otras minas por dolomías, que sobresalen con grandes peñones. El criadero se recorta en secciones por pequeños saltos ó fallas; en el remate occidental apenas inclina más de 15° al N.NO.; se levanta después en otra sección con 70°, para tenderse de nuevo con buzamiento septentrional. En sus extremos se reduce el grueso á pocos centímetros; en cortos trayectos llega á $1^{m},50$, y en total la longitud se reduce á un centenar de metros, asomando insignificantes huellas al otro lado del barranco. En resumen: parece este criadero de escaso interés, situado además en un profundo y apartado paraje, de donde sería costoso el transporte de mineral.

Al S. de las dos anteriores, y á unos 300 metros SO. del cortijo de los Guardas, está la mina *Nieves*, en caja también de pizarras verdosas inclinadas 55° al NE. La capa-filón de la mina tiene espesores que varían entre 1 y $1^{m},30$ en el punto de partida, donde hay una

pequeña calicata á modo de boca de galería. Por el lado opuesto del mismo cerro, á unos 250 metros al SE., hay otra calicata donde el mineral acusa cerca de 5 metros de potencia; pero como en su prolongación apenas se ven señales de hematites, debe considerarse como una bolsada de secundaria importancia, sin embargo de lo cual, tanto por su situación ventajosa para el transporte, cuanto por la importancia relativa de los afloramientos, merecería esta mina algunas labores de investigación que permitiesen apreciar mejor sus caracteres. De todos modos, preciso es advertir que el criadero no se ofrece con la extensión y regularidad que el de *Los Tres Pacos.*

La mina *Crescencia* se halla á unos 700 metros al E.SE. de la anterior, en el Rincón de los Nidos, hondo y solitario paraje de la sierra, por donde sólo se notan afloramientos discontinuos, pequeños y sin interés.

Del examen que queda hecho de las minas de hierro de la Sierra de Almagro se deduce en resumen que el criadero más importante, ya por su situación, ya por la entidad de los afloramientos, es el de *Los Tres Pacos*, y considerando á todos en conjunto, ni son de los que podrían figurar en primera línea entre los de su clase dentro de la provincia de Almería, ni son desatendibles en absoluto. Pueden motivar un negocio de algún provecho si se confirma la existencia considerable de menas en *Los Tres Pacos.*

Dos circunstancias hay favorables para explotar estos criaderos con probabilidades de buenos resultados. Por una parte la excelente calidad del mineral, que es una hematites roja obscura, si bien algo silícea, con alta ley que no baja del 60 por 100. Por otra parte su proximidad á la costa, pues de *Los Tres Pacos* al puerto de Villaricos sólo hay 14 quilómetros, tres de los cuales pueden salvarse económicamente por medio de un cable aéreo y el resto por una vía construída á poco coste en la rambla del Almanzora.

Minas de las inmediaciones de Atienza, provincia de Guadalajara.

Las minas tituladas *Vallehierro, Cañamera, Jamenca* y *Cabeza Bubilla*, componen un coto de 195 pertenencias, situado á corta distancia de la villa de Atienza. Se reconocen en ellas masas de mineral de hierro intercaladas á modo de bancos entre las pizarras arcillosas

y areniscas del sistema siluriano, que por este lado de la provincia de Guadalajara se presentan con capas suavemente onduladas en varios pliegues sinclinales y anticlinales.

La mina *Valdehierro* se halla en el monte del mismo nombre, á 2 quilómetros al O. del lugar de Cañamares y paraje nombrado Mata de Miedes, y su punto de partida está en una ancha excavación á cielo abierto que mide entre 1 y 3 metros de profundidad. Se descubre en ella el mineral de hierro, que es una hematites hojosa, de raya pardo-amarillenta, con espesor medio de 2 metros en lechos yuxtapuestos de 10 á 15° de inclinación al SO. Esta excavación, lo mismo que las de las otras minas que citaremos, tiene más de cincuenta años de antigüedad; y todas fueron abiertas en busca de metales de más valor que el hierro, cuando en la comarca de Hiendelaencina se habían alcanzado grandes riquezas de los criaderos de plata.

En varios centenares de metros al S. del punto de partida de la mina *Valdehierro*, queda oculto el criadero entre las pizarras en que asoma y vuelve á reaparecer en el registro de la *Cañamera*, sito cerca de medio quilómetro al S. 38° E. de la anterior. En la *Cañamera* se encuentran siete excavaciones superficiales que ponen á descubierto el mismo banco de hierro con un espesor de 2m,50 por término medio, y como en esta mina es más visible el criadero se puede apreciar mejor su composición. No es uniforme en el mismo banco, sino que éste se compone de varios lechos yuxtapuestos en los cuales las brechas ferruginosas son predominantes. Como en las mismas brechas entran fragmentos angulosos de pizarras muy desigualmente impregnadas de hidróxido de hierro y á su vez la hematites parda se aisla en porciones muy puras, resulta que dentro de la mina y en cortos trechos del mismo yacimiento se pueden sacar muestras de leyes diversas que, á juzgar por los distintos ensayos verificados en España y en el extranjero, y todos dignos de fe, varían entre el 42 y el 52 por 100 del metal. Estos resultados extremos inducen á suponer que la riqueza media de estos minerales no pasará del 47 por 100.

Al S. de la *Cañamera* se halla la *Jamenca*, que también tiene varias labores antiguas. En la que hay á la derecha del camino de Miedes á Hiendelaencina, el criadero presenta 4 metros de espesor, predominando la brecha compuesta de fragmentos más voluminosos que en las dos minas anteriores, en algunos sitios. Tanto el banco ferruginoso como las pizarras arcillosas blandas y las silíceas, entre las cuales

encaja, se presentan por esta parte suavemente onduladas con inclinaciones ya al NE. ya al SO.

A unos 400 metros al E. 12° N. del punto de partida de la *Jamenca* está el de la *Cabeza de la Bubilla*, donde hay una excavación casi circular que dejó un hueco de unos 80 metros cúbicos y en donde todavía es mayor el espesor del criadero, pues pasa de 5 metros, indicio de que por allí cerca debe encontrarse uno de los focos principales, ó el principal de concentración del mineral. Este tal vez fué formado por emanaciones de aguas saturadas de hidróxidos de hierro, los cuales no sólo impregnaron los lechos de pizarras arcillosas, sino que los desgajaron y desmenuzaron en fragmentos, que, sin embargo, quedaron unidos ó como cementados por la misma substancia ferruginosa, la cual se aisló también con mayor pureza en lechos ó zonas irregulares por los sitios donde fué mayor la trituración de la roca preexistente.

La cañada del Gamonal, que pasa á 30 metros al S. del punto de partida de la *Cabeza de la Bubilla*, con el rumbo E. á O., separa la parte ferruginosa de la estéril de estas concesiones. El criadero reaparece fuera de ellas á 300 metros más al E. en el barranco de los Miajares, donde se hizo una ampliación del último registro. Entre las pizarras que se ven allí retorcidas de N. á S. con 35° de buzamiento al E., se intercalan otros lechos ferruginosos que parecen distintos del banco principal, aunque con él se hallen relacionados desde el punto de vista de su formación.

Todavía se prolonga más al S. la formación de las brechas ferruginosas, las cuales, con un metro de espesor, asoman á 800 metros al SE. de la *Jamenca* en los barrancos de las Redondillas Bajas, donde las capas inclinan suavemente al NE. También á 200 metros al S. de la misma *Jamenca*, en la sierra Visenda, que en parte corresponde al término de La Miñosa y en parte al de Prádena, aflora otro banco de brechas ferruginosas de cantos de desigual tamaño, algunos demasiado voluminosos, de pizarra con cuarzo, lo que quita mucho valor industrial á los registros que allí hay.

La formación ferruginosa se extiende todavía más hasta el mismo lugar de Narros, donde también aparecen filones de cuarzo.

En resumen, concretándome á las cuatro minas que son objeto de esta nota, se puede decir que se hallan insuficientemente exploradas para formar idea exacta de su verdadera importancia, principalmente por lo que hace á su cantidad. Aquí puedo repetir con fun-

damento lo que en otras ocasiones me he visto obligado á decir en cuanto á la cantidad del contenido, que en la mayor parte de los casos es de todo punto imposible señalar, ni de un modo toscamente aproximado. A causa de las interrupciones de los barrancos y de que las designaciones de los registros se efectúan sin levantar un plano cuidadoso de los afloramientos, no es prudente señalar más que una cuarta parte de la extensión de estas minas como la que contiene mineral. Es decir, que los 1.950000 metros cuadrados de la superficie total deben reducirse á unos 500000 en números redondos, y suponiendo un espesor medio de 2m,50 del banco ferruginoso; y teniendo en cuenta su densidad, que no pasa de 4, la existencia total de mineral de estas concesiones no excederá de unos *cinco* millones de toneladas. Pero esta cifra está sujeta á gran rectificación, pues en las cuatro minas sería preciso investigar por sondeos la prolongación y los diferentes espesores del criadero por los muchos puntos donde no asoma al exterior.

Mina del término de Begonte, provincia de Lugo.

En la Eira Bella, al E. del caserío de Ovieiro, dependiente de Santa Eulalia, ayuntamientos de Begonte, entre 2 y 3 quilómetros al S. de la estación de Baamonde, encaja en las pizarras cambrianas una veta irregular ferruginosa alineada al N. 15° E. En su mayor parte es una especie de brecha de hematites parda con la pizarra misma desgajada en fragmentos pequeños angulosos, y las concreciones del mineral se aislan en cortos espacios, arcillosas en unos trechos, negruzcas, manganesíferas y con costras de oligisto en otros, ajustándose el criadero á la inclinación de los estratos, que se reduce á unos 20° al O.NO.

Los espesores de esas vetas varían entre 1 y 4 metros, y en la longitud de más de un quilómetro desde lo alto de la loma hasta el extremo septentrional junto al arroyo que la limita, existen numerosas excavaciones antiguas, casi todas á cielo abierto, algunas de las cuales avanzaron hasta más de 6 metros de profundidad, prolongándose con socavones pequeños hoy en ruinas.

Tanto en la provincia de Lugo como en la parte occidental de las de Oviedo, son numerosas las vetas de esta clase intercaladas entre pizarras cambrianas. Algunas se convierten en profundidad en cria-

deros de cobre; pero en el de Begonte no se ven señales de este metal y en casi todos sucede que en cortas profundidades se reducen sus espesores á pocos centímetros, en vez de aumentar á proporciones tales, que se hagan beneficiables como menas de hierro. Esto tal vez consista en que sean criaderos procedentes de emanaciones termales fuertemente cargadas de óxidos de hierro, cuyas materias fijas se esparcieron cerca de la superficie con anchuras relativamente considerables; pero que á profundidades pequeñas se reducen á insignificantes conductos y grietas, terminando las substancias metálicas en cuñas sumamente adelgazadas. Entre éstas casi nunca faltan el fósforo y el azufre.

No juzgando digno de atención industrial este criadero de Begonte, creo inútil que se proceda al análisis de sus minerales, ni tratar de los medios de explotación y de transporte de sus productos, que podrían ser algo lucrativos á gentes del país, pero que no se prestan á laboreo en grande escala, ni compensarían los gastos de viajes é instalaciones á personas forasteras.

Minas en el término de Berástegui, provincia de Guipúzcoa.

Desde tiempos antiguos se han explorado y trabajado los criaderos metalíferos que hay á cinco quilómetros de Berástegui, sobre la izquierda del río Leizarán, en el monte llamado Biscoch. A juzgar por las labores viejas que en varios puntos de este monte se hallan, y por los vestigios de las forjas ó ferrerías que trabajaron hasta hace medio siglo, minerales de hierro fueron los que allí se explotaron principalmente, por más que asociados con ellos hay en el mismo sitio menas de zinc, de cobre y de plomo.

Entre las diversas concesiones que hoy radican allí, debo tratar de las tres siguientes:

Casualidad, que tiene..............	35	pertenencias.
Pachuca........................	12	—
Demasía á Casualidad, con..........	4	—

En total, 51 hectáreas de extensión.

En la *Casualidad* es donde radican los principales trabajos antiguos y recientes, y donde se comprueba la existencia de dos sistemas de criaderos: uno esencialmente de hierro, y otro de filones de pirita cobriza, blenda y galena, habiéndose hecho en unos y otros labores mineras.

Los criaderos de hierro son filones-capas intercalados en las pizarras cloríticas y filadios azules del terreno cambriano y sujetos á la alineación de las rocas, que por término medio se arrumban al N. 15° O., con buzamiento occidental, notándose diversas inflexiones en los estratos, que en ciertos sitios se arquean en el sentido de la dirección y en otros se doblan en el de la inclinación, la cual oscila entre 20 y 70 grados.

En estos últimos años las labores se han fijado en tres puntos de ataque de los trabajos antiguos, en los cuales los caracteres de los criaderos son los que á continuación se expresan:

La labor más extensa es la situada debajo del punto de partida de la concesión, donde siguiendo la capa-filón de carbonato de hierro, se abrió antiguamente una galería irregular, inclinada hacia lo interior de la montaña, cuya labor mide 70 metros de largo, con un desnivel de 50 metros y de tan exageradas dimensiones, que en su parte media tiene 11 metros de anchura con más de 15 de alto. Todo este hueco resultó de la extracción de una masa de mineral de unas 25000 toneladas, quedando más todavía en la parte del yacente y al comienzo de la excavación, así como en los dos costados de la segunda mitad de lo explotado. Esta capa-filón de carbonato está cortada por dos filones de pirita de hierro, con galena y blenda, que la cruzan normalmente y que distan 30 metros uno de otro. El espesor de ambos filones es de medio metro próximamente, y en ambos se incluyen varias bolsadas de blenda y de galena que en parte fueron explotadas hace tiempo en cortas extensiones. Esos dos minerales abundan más en el contacto del carbonato de hierro con la capa-filón, cuyo espesor medio puede evaluarse en unos 10 metros, observándose que tiende á disminuir ese espesor á medida que se avanza hacia el N.

A 120 metros al S.SE. de la labor anterior y 52 metros más baja, hay otro grupo de trabajos recientes, pues los más antiguos sólo datan de hace cuatro años, en cuya fecha los anteriores dueños de estas minas cortaron el filón de hierro con 6 metros de espesor á los 20 metros de la entrada de la galería principal. Esta tiene hoy 35

metros de longitud; y antes de encontrar el carbonato de hierro, se cortó un filón de pirita de cobre, que en algunos sitios pasó de 20 centímetros de mineral puro con 28 por 100 de ley. Este filón cobrizo se siguió en 20 metros de longitud, y aunque conserva su masa cuarzosa de 2 metros de grueso, la parte metalizada disminuyó considerablemente, desapareciendo su traza casi por completo en el frente en que se dejó la galería. Por el costado izquierdo de esta última, á los 17 metros del comienzo, existe otra galería dirigida al NO., que se abrió sobre una bolsada de blenda con algo de plomo hasta encontrar el criadero de siderosa, á los 7 metros, sin haberse practicado todavía labor alguna en el sentido de la dirección.

A los 9 metros del mismo punto de partida donde se encontró el filón de cobre, se abrió á la izquierda una galería en dirección al NO. siguiendo la capa-filón de siderosa, que se reconoció con un espesor de 9 metros, por medio de una transversal que unió las dos galerías de dicha dirección.

Queda á la derecha de todas estas galerías otra que se comenzó hace tiempo en el carbonato de hierro, pero que se desvió á lo estéril, resultando así una labor inútil.

A los 140 metros de la boca del segundo grupo de labores, está, 51 metros más abajo en vertical, el tercer grupo de labores, que es el más importante. Comienza por una galería de recorte, abierta hace bastante tiempo y restaurada hace pocos años, que á los 150 metros cortó el carbonato de hierro con un espesor de 18 metros, pasados los cuales se abrió, arrumbada al S.SE., una galería de dirección sobre el muro del criadero, á la que siguió otra alineada al S., internada en la masa del mineral. Próxima á ésta, en dirección opuesta, se abrió otra que, á los 32 metros, cortó también el criadero, al cual atravesó en sentido normal, reconociéndose un espesor de 10 metros y quedando todavía mineral en el frente. A los 100 metros de la boca de la galería transversal antigua, se abrió el año próximo pasado otra galería alineada al E., que cortó primero el filón de cobre con caracteres parecidos á los de la galería del segundo grupo de labores; é inmediatamente, en su contacto, la masa de carbonato de hierro que actualmente mide 15 metros de espesor, en los cuales está incluída una zona impura de 2 metros, pero que en los 13 restantes se compone de siderosa espática de grandes hojas y muy limpia.

En resumen, en la mina *Casualidad* y su demasía, se encuentran, además del carbonato de hierro, la galena, la blenda, la chalcopirita

y la esperquisa, menas estas últimas cuya importancia no se ha reconocido suficientemente; pero de las de hierro, con las labores efectuadas en diversas épocas y con las que actualmente se siguen, quedaría comprobada la existencia de una masa de mineral de cerca de *un millón de toneladas* para obtener carbonato calcinado, si fueran exactos todos los siguientes datos:

Longitud reconocida del criadero........	250 metros.
Espesor medio........................	10 —
Altura aprovechable..................	150 —
Volumen que resulta..................	375000
Toneladas de mineral crudo............	1.212500
— — calizado..........	909275

La altura del criadero que se supone aprovechable es inferior en unos 50 metros al desnivel que existe entre el río y las labores más altas, descontándose esa cifra por la parte correspondiente á lo que se explotó en lo antiguo; pero sin duda alguna el criadero sigue á mayores profundidades que las ya expresadas, pues se descubrió en la margen derecha del río su continuación por el lado del Norte, al propio tiempo que el espesor de la masa aumenta á medida que se profundiza.

La longitud de 250 metros puede quedar muy inferior á la realidad, y existir, por tantó, mucha más cantidad de mineral que la ya expresada, teniendo presente que á un quilómetro más al N. de la *Casualidad* asoman en la mina *Nueva Estrella* otros dos filones de carbonato y pirita de hierro que buzan con inclinaciones opuestas y que no suman menos de 6 metros de espesor.

Sería un dato muy interesante, para averiguar toda la importancia de este criadero, examinar sus caracteres á mayores profundidades que las efectuadas hasta la fecha. A este fin convendría abrir una galería á pocos metros por encima del río, sobre su margen derecha. La longitud de esta galería sería de unos 300 metros hasta cruzar la masa del carbonato, que probablemente conservará el espesor de 10 á 12 metros, y también sería probable encontrar mejor caracterizados los criaderos de los otros metales, en cuyo caso la explotación de estos últimos podría resultar beneficiosa.

Para el aprovechamiento de la gran masa de carbonato de hierro, los trabajos pueden ser muy económicos, porque la consistencia de

la caja del criadero ahorra todo gasto de fortificación, y permite con labores subterráneas, lo mismo que á cielo abierto, abrir grandes tajos ó bancadas. La dificultad principal consiste en elegir un medio de transporte económico para salvar los 15 quilómetros de terreno montañoso que, con un desnivel de 350 metros, median entre la mina y la estación de Tolosa; pero este asunto se ha estudiado ya por el ingeniero D. Leopoldo Bárcena, quien presupone en 500000 pesetas el gasto de la vía de enlace, estimando el coste de arrastre por ella en 1'50 pesetas por tonelada, incluyéndose la expropiación de terrenos, material fijo y móvil y amortización del capital, suponiendo para todo ello una extracción de 50000 toneladas anuales que pueden dejar una utilidad líquida de 250000 á 300000 pesetas, suponiendo que el precio del mineral calcinado, cuya ley en manganeso no baja del 6 por 100, sea á bordo en Pasajes de 15 á 16 pesetas, pues los gastos de arranque, transporte y demás de explotación, están calculados en 10 pesetas próximamente.

LUCAS MALLADA.

DATOS GEOLÓGICO-MINEROS

DE LA

PROVINCIA DE CACERES

CRIADEROS DE HIERRO DEL RÍO IBOR

Minas San José, núm. 3.—Inmaculada Concepción.—San Luis.—San Cesáreo.—San Antonio, núm. 2.—San Miguel, núm. 2.—San Pablo.—San Fabián.—San Policarpo.—San Juan, núm. 1.—Viriato.—San José, núm. 1.—San José, núm. 2.—Virgen de la Montaña.—Nuestra Señora de Guadalupe.—San Ildefonso.—San Benito.—San Andrés.—San Fausto y San Juan, núm. 2.

Almagro.—En el extremo oriental del S. de la provincia de Cáceres se presenta una región montañosa, bastante quebrada, conocida con el nombre de sierra de Guadalupe, cuya altura culminante, Las Villuercas, alcanza hasta 1736 metros de altitud. Las minas objeto de este informe se hallan en esta región y en una zona constituída por varias crestas paralelas de cuarcitas, alineadas de SE. á NO., y separadas por angostos y pintorescos valles de fértil suelo. Las aguas que circulan por esta zona, vierten en su mayor parte al río Ibor, de corriente permanente y tributaria del Tajo, al que afluyen frente á la Granja de Alarza, al pié de Bohonal, después de un recorrido de unos 40 quilómetros.

Los pueblos más inmediatos á las minas son: Valdecañas, Fres-

nedoso, Castañar de Ibor, Avellaneda y Navalvillar de Ibor, mereciendo también consignarse, como lugar muy conocido, el Hospital del Obispo, á 1058 metros de altitud.

Estos pueblos se comunican entre sí por malos caminos de herradura, siendo la carretera más próxima la de Navalmoral de la Mata á Trujillo que pasa por Almaraz, pueblo próximo á la zona de las minas.

La distancia á un punto de embarque, medida en *línea recta* sobre un mapa de la Península, es de 256 quilómetros desde Fresnedoso á Sevilla, y de 360 quilómetros desde aquel último punto á Lisboa; pero el ferrocarril de Madrid á Lisboa que pasa por Navalmoral de la Mata, tiene la estación de este último nombre á 463 quilómetros del mar y 14 quilómetros de Almaraz por la carretera antes citada.

Geología.—Las rocas que constituyen la comarca donde radican las concesiones mineras que nos ocupan, corresponden, al parecer, á dos formaciones geológicas distintas por su edad y por su composición: las más antiguas son las del sistema siluriano; las más modernas, caso omiso de algunos depósitos de acarreo sin importancia, es probable que pertenezcan al devoniano.

No entraré en pormenores acerca de la petrografía de estos terrenos ni de los restos fósiles que han servido para clasificarlos, porque no son muy pertinentes ahora; bastará decir que el terreno siluriano está constituido en su base por bancos de cuarcitas con *Bilobitas* y por algunas capas de pizarras muy silíceas, rocas que forman las crestas de las sierras á uno y otro lado del río Ibor. Hay además en la formación una brecha cuarzo-ferruginosa que encierra con desigual repartición nódulos, riñones y vetas de hematites parda y hierro hidroxidado manganesífero. Sobre el conjunto pétreo dicho y en que predominan las cuarcitas, se apoya una serie de pizarras arcillosas con fósiles y con capas interpuestas de arenisca y cuarcita, bien diferentes de las de *Bilobitas* y mucho menos potentes. Asoman todas estas rocas en las faldas y laderas de las vertientes al Ibor, y por su desagregación en la superficie dan origen á una tierra de color rojizo que se distingue á gran distancia.

El sistema devoniano puede estar representado por una faja de calizas que, con unos 100 metros de amplitud, comienza cerca de Almaraz, corre en dirección al SE. con algunas soluciones de continuidad, alcanzando en algún punto un quilómetro de anchura, y termina á menos de dos al E.SE. de Navalvillar, con una amplitud que

apenas llega á 100 metros. Aun cuando en la zona del río Ibor estas calizas no contienen restos fósiles, han sido referidas al devoniano por los geólogos que han estudiado la provincia de Cáceres [1], comparándolas con las de la Aliseda, de la misma provincia, cuyo horizonte geognóstico determinaron por los fósiles característicos que en ellas recogieron.

Las calizas se apoyan sobre las pizarras silurianas, y sus capas inferiores se encuentran metamorfoseadas en dolomía, acompañadas por carbonato y óxidos de hierro, de tal suerte que se constituye un horizonte ferruginoso explotado en algunos puntos para las antiguas ferrerías del país. El espesor de la zona metamorfoseada en las calizas es variable: en algunos puntos llega á 15 metros, en muchos no excede de 2, y otras veces no se observa metamorfismo alguno.

Los efectos de la acción dinámica terrestre se acusan en los estratos por frecuentes cambios de dirección y buzamiento y por varias fallas dirigidas del SE. al NO., presentándose dos principales á uno y otro lado de la faja de caliza, próximas á ella, y á veces en su contacto. La comprobación y existencia de estas fallas ofrece interés indudable desde el punto de vista del origen de los yacimientos ferruginosos.

Criaderos de hierro.—En dos clases distintas pueden dividirse los existentes en la cuenca del río Ibor: unos que arman en las rocas silíceas del terreno, y otros situados en la base de las calizas. Ambos yacimientos se diferencian además por las gangas de sus minerales, por la forma de los criaderos y tal vez por su origen.

En las cuarcitas de la base del siluriano suelen encontrarse vetas de hematites parda, concrecionada, de estructura fibrosa y con frecuencia manganesífera, rellenando unas veces las fisuras de la roca y siguiendo en otras los lechos de estratificación; pero donde esta clase de minerales se presenta con abundancia relativa, es en el contacto de las cuarcitas con las pizarras del mismo sistema siluriano, pues en determinados parajes puede reconocerse una capa con diferentes variedades de hematites manganesífera, cuyo espesor excede de un metro. Este mineral de hierro, sumamente duro, más ó menos silíceo y frecuentemente con elevada ley en manganeso, se ha extraído en la región alta del Ibor, cerca de Castañar, Navalvillar de Ibor y el Hos-

[1] *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres*, por los Ingenieros de Minas D. Justo Egozcue y D. L. Mallada.

pital del Obispo, para surtir á varias ferrerías que tiempos antiguos existieron en aquella comarca, y de las que sólo se conservan algunas ruinas, siendo indudable que la profusión con que aparecen esparcidos sobre el suelo de la región alta del Ibor trozos de hematites parda y fragmentos de escorias, ha debido llamar muchas veces la atención de los que se dedicaron á explorar las riquezas minerales de la sierra de Guadalupe.

Pero desgraciadamente, los criaderos de Ibor, que arman en las cuarcitas silurianas ó en su contacto con las pizarras, no tienen la continuidad ni la extensión necesarias para una explotación en grande escala. No se trata de verdaderos filones ni de grandes masas: se trata sencillamente de grietas de reducida extensión en las cuarcitas silurianas, rellenas de hidróxido férrico y cuarzo, y de una zona más ó menos impregnada de óxidos de hierro y manganeso en el contacto de las cuarcitas con las pizarras, ó en la masa de éstas, zona poco continua donde aparece el mineral muy mezclado con sílice y en venas fibroso-concrecionadas ó compactas que rellenan las grietas de la masa ferruginosa-manganesífera.

El origen de estos depósitos minerales debe, á mi juicio, estar en relación con las fallas de la comarca, por ser tal vez necesaria la preexistencia de grietas ó el arrastre mecánico de las moléculas de roca para dejar lugar al depósito metalífero, y de aquí que los yacimientos ferro-manganesíferos en cuestión no tengan gran desarrollo.

Además, en las pizarras arcillosas silurianas se presentan algunos filones de cuarzo de espesor considerable y por lo general estériles; pero en determinados sitios aparecen surcados por vetas de acerdesa ó manganita ferruginosa, habiendo con esto dado motivo á algún registro minero. Estas mismas pizarras se ven á veces impregnadas de mineral ferro-manganesífero, y en uno de sus horizontes estratigráficos, formado por una zona de pizarras arcillosas amarillentas, suelen encontrarse nódulos pequeños de hematites roja.

En la base de las calizas del terreno se encuentra otra suerte de criaderos de hierro, conocidos y explotados de antiguo en ciertos parajes, con excavaciones designadas en la localidad con el nombre de *Cuevas de los Moros*.

He dicho anteriormente que las calizas forman una faja estrecha que corre del SE. al NO. en unos 40 quilómetros de longitud. Se halla esta faja comprendida entre dos fallas que cortan á los estratos

silurianos, aproximándose más ó menos á las calizas, que aparecen dislocadas y con diferente disposición á lo largo de la faja: en unos puntos se encuentran muy inclinadas y aun verticales; en otros forman ya un pliegue en bóveda, ya un sinclinal; en ocasiones se repiten los pliegues. Pero lo que en esta zona caliza ofrece más interés desde el punto de vista del origen de los criaderos de hierro, es el metamorfismo evidente de los bancos que constituyen su base: distínguense á primera vista estos bancos por el color pardo rojizo que toman en la superficie y que contrasta con el tono claro de las calizas superpuestas; están compuestos por carbonatos múltiplos de cal, magnesia y hierro, y según predomine una de estas bases, así son de caliza magnesiana, dolomía ó siderosa. Su textura es fino-granuda ó espática, su color el gris, amarillento ó rojizo, y en su contacto con las pizarras silurianas suelen ser más ó menos pizarreños.

Además de los carbonatos de que acabo de hablar, se presentan en la zona metamorfoseada diferentes variedades de hidróxidos de hierro, más ó menos manganesífero, en masas de forma irregular ó en capas inter-estratificadas; la hematites parda compacta ó terrosa es lo más abundante, y también merece citarse una variedad de limonita terrosa amarillenta tan ligera que flota en el agua.

Tenemos, pues, que los criaderos de hierro de las calizas de la cuenca del Ibor reúnen condiciones de yacimiento de las más favorables, según varios geólogos, para la formación de los depósitos ferríferos, pues se trata de una masa calcárea, apoyada en pizarras impermeables y con fallas más ó menos próximas; y sin embargo, su importancia es relativamente pequeña, porque el metamorfismo de la caliza en mineral de hierro está reducido á determinados puntos de una zona de poco espesor.

En los 40 quilómetros de recorrido de la faja caliza, se presentan en diferentes puntos los minerales de hierro que han dado motivo á que se soliciten una buena parte de los registros mineros de que trataremos más adelante; no están estos registros situados unos á continuación de otros, sino establecidos donde los indicios de metalización son más manifiestos, y entre todos ellos representan unos 14 quilómetros de longitud de la faja calcárea, y en estos espacios la mena de hierro se presenta muy irregularmente distribuída y con grandes soluciones de continuidad, es decir, formando bolsadas irregulares cuyos afloramientos no suelen exceder de 2 metros de espesor. Por otra parte, el buzamiento de los bancos ferruginosos es hacia

lo interior de la montaña, de suerte que el arranque del mineral á cielo abierto tendría que ser muy limitado, y debiendo, por tanto, ejecutarse la mayor parte de la explotación por labores subterráneas.

Conviene, además, observar que no hay motivo para suponer que con la profundidad habrá de ir en aumento el mineral en cantidad y en riqueza, antes al contrario, la experiencia ha demostrado que en esta clase de criaderos se pierde el mineral á profundidades relativamente pequeñas, y suele también disminuir la ley.

Por estos motivos juzgo que los criaderos de hierro de las calizas del Ibor sólo pueden prestarse á una explotación reducida, y si á esto se agrega que los minerales no son de calidad excelente, y se tiene en cuenta la gran distancia que los separa del mar, se comprenderá que bajo ningún concepto puede aconsejarse la formación de una empresa para su explotación en gran escala.

Con esto debiera dar por terminada la información acerca de los criaderos de que tratamos; mas para poner de manifiesto con más claridad las condiciones del asunto, haré reseña de cada una de las minas que he visitado, y después entraré en algunas consideraciones que habrán de poner fuera de duda que estos yacimientos no son susceptibles de explotación en grande.

San José núm. 3.—En el término de Almarar, cerca del Collado de la Cabra, á unos 380 metros de altitud, y en las vertientes de la derecha del río Tajo, se halla situado el registro *San José núm.* 3. La faja de calizas se presenta en este punto con muy poca amplitud; las capas se dirigen al S. 20° E., con buzamiento de 70 á 80° al Occidente; por la parte del E. se encuentran las cuarcitas de la base del siluriano que forman la sierra de Belbis de Monroy; por el O. las pizarras silurianas en capas verticales.

No se ve en el lugar de este registro zona ninguna de mineral explotable; las tierras que se hallan inmediatamente por debajo del contacto de las calizas con las pizarras, son muy ferruginosas, porque proceden en gran parte de la descomposición de las rocas de la base de la formación superior.

Inmaculada Concepción y su ampliación.—Ya en la vertiente izquierda del Tajo, y cerca de Valdecañas, por el SE., se encuentran estos registros, cuyo punto de partida está á unos 450 metros de altitud.

Preséntanse en este punto las calizas formando un cerro de forma prolongada, á la izquierda del camino de Valdecañas á Fresnedoso;

y en la ladera occidental de este cerro existen, desde tiempo inmemorial, numerosas cuevas y excavaciones procedentes de la explotación de minerales de hierro.

Las capas forman en esta parte un pliegue sinclinal muy abierto, cuyo eje es paralelo al cerro y se dirige al SE.; se apoyan sobre las pizarras que asoman por los dos lados del cerro, concordantes al parecer con las calizas, y vuelven á presentarse con buzamiento al O. y sin metalización manifiesta en la vertiente opuesta de un arroyo inmediato al punto de partida, sin duda por consecuencia de un pliegue anticlinal ó quizá por una falla.

La línea de las excavaciones antiguas sigue el contacto de las calizas con las pizarras inferiores, y se extiende en un quilómetro de recorrido aproximadamente. Todas estas labores mineras están ejecutadas en una zona de estratos que buzan hacia lo interior del cerro, de suerte que el arranque de los minerales en los afloramientos se ha hecho á cielo abierto, y después por labor subterránea descendente. El mineral explotado es la limonita más ó menos compacta y terrosa, en algunos puntos tan ligera, que flota en el agua; encuéntrase, igualmente, la siderosa más ó menos impura, con mezcla de carbonatos de cal y de magnesia.

Ensayada una muestra de hematites parda procedente de la excavación del punto de partida, dió el resultado siguiente: 43 por 100 de hierro, 1,33 por 100 de manganeso, 0,25 por 100 de azufre y 0,85 por 100 de fósforo.

La altura de las excavaciones no suele pasar de 3 metros, y con forma muy irregular, pues en unos puntos son casi circulares de 6 á 7 metros de diámetro, en otros son alargadas y se va reduciendo su altura á medida que profundizan en la zona de mineral de hierro: de suerte que, en términos generales, puede afirmarse que el hidróxido férrico se presenta dentro de la zona caliza metamorfoseada en masas irregulares y con espesor variable entre 3 metros y 40 centímetros.

De todas suertes, en las minas de que estoy tratando es donde e metamorfismo de las calizas aparece más manifiesto, y sobre todo, bien sea porque las labores antiguas lo pongan más á la vista, ó porque en realidad sea éste el lugar donde exista el mineral en mayor proporción, lo cierto es que, entre todos los registros mineros que he reconocido en las calizas del Ibor, el de la *Inmaculada Concepción* es el que se presenta en mejores condiciones.

Pero de cualquier modo, la cantidad de mineral no debe ser grande, porque la anchura de la faja de calizas es sólo de unos 150 metros y en ella relativamente pequeña la parte de mineral utilizable. Además, no hay que esperar que las condiciones del criadero mejoren en lo hondo, porque las calizas profundizan poco, ya que forman un sinclinal muy abierto, y también porque, como ya queda dicho, esta clase de criaderos suele ir empobreciendo á medida que se penetra dentro de la zona metamorfoseada.

Por otra parte, aun cuando un solo ensayo sea insuficiente para conocer las condiciones de las menas de un yacimiento, el practicado parece indicar que se trata de minerales de poco contenido en hierro y bastante fosforosos.

SAN LUIS.—En el cerro de las Datas del río, al O. de la Solana de San Bartolomé, está situado este registro; detrás existió una ferrería, y en su terreno se encuentran frecuentemente trozos de escorias.

La faja de calizas tiene en este punto unos 200 metros de amplitud; no he visto mineral de hierro en ellas, pero es de suponer que lo contengan, porque las tierras de la superficie procedentes de la descomposición de las capas dan, según ensayo: 31,82 por 100 de hierro, 0,58 por 100 de manganeso, 0,21 de azufre y 0,03 de fósforo.

SAN CESÁREO.—Las calizas forman en la región donde se halla este registro minero, un pliegue en bóveda, roto por los derrubios del río Ibor hasta dejar al descubierto las pizarras; de manera que aquéllas se ven en la parte alta de las dos vertientes al río, encontrándose en la de la izquierda la mina *San Cesáreo*, con su punto de partida á unos 500 metros de altitud.

El hierro espático granudo y especular y la hematites parda más ó menos manganesífera y terrosa, se presentan, como siempre, en la zona metamorfoseada de la base de las calizas, pero en pequeña cantidad. Según los ensayos, las tierras procedentes de la desagregación de las rocas ferruginosas contienen 9,89 por 100 de hierro, 15,06 por 100 de manganeso, 0,12 por 100 de azufre y 0,02 de fósforo, siendo probable que el manganeso proceda en parte de alguna veta de las pizarras inferiores.

Una muestra de mena sacada de la mina dió 54,18 por 100 de hierro, 0,17 de manganeso, 0,25 de azufre y 0,03 de fósforo.

SAN ANTONIO NÚM. 2.—A continuación del registro *Cesáreo* se ha solicitado otro, sobre un criadero completamente distinto. Se trata de dos filones de cuarzo que con dirección al N. 70° E. cortan casi

verticalmente, con ligero tendido al S., á las pizarras silurianas. El camino á Castañar cruza estos dos filones á unos 700 metros al N. de la aldea de Villanueva; distan 7 metros uno de otro; el más septentrional no tiene, al parecer, metalización alguna; el otro se presenta en el camino con 70 centímetros de grueso, y aumenta su potencia al correrse al E., llegando hasta 3 metros en el punto de partida de la mina, situado á unos 500 metros de altitud, donde se ven envueltas en la masa cuarzosa vetillas y manchas de manganita.

La corta proporción en que aparece el mineral de manganeso en este filón y la dureza de la masa del criadero, son circunstancias desfavorables para que su explotación resulte beneficiosa.

San Miguel núm. 2.—Más arriba de la mina anterior, en el paraje llamado Los Venajos y á unos 612 metros de altitud, se halla este registro, comprendiendo una escombrera con algunos trozos de hematites parda muy silícea y de hierro oligisto manganesífero de buena calidad; por encima de ella se ven las pizarras silurianas muy arcillosas y ocráceas, de color amarillo, en capas delgadas y con nódulos muy pequeños de hematites roja: se dirige del N. al S. con 15° de buzamiento al E. Una escombrera que hay en aquel paraje debe proceder de la excavación de estas pizarras para el aprovechamiento de los nódulos y venillas de hierro.

Por la parte N. y O. de esta mina se presentan los bancos de caliza con carbonatos y óxidos de hierro en la base, pero en corta proporción.

San Pablo.—Entre el registro anterior y el *San Antonio núm.* 2 se encuentra el llamado *San Pablo*, con el punto de partida á unos 400 metros de altitud y sobre las calizas.

Preséntanse las capas de la base con 1 ó 2 metros de grueso, textura granudo-cristalina, y con algo de carbonato de hierro rojizo y amarillento pardusco, pobre en óxidos, al parecer.

San Fabián.—Dando vista al pueblo de Castañar, en la vertiente izquierda del Ibor, se encuentra este registro, con su punto de partida á unos 564 metros de altitud.

En él también se presentan las calizas metamorfoseadas, con textura granudo-lamelar, en capas inclinadas unos 15° al E., y con mineral de hierro en corta cantidad.

San Policarpo.—En la vertiente opuesta del Ibor aparece la otra rama del anticlinal calizo, con las rocas ocultas en gran parte por los derrubios de la sierra; pero la frecuencia con que se ven esparci-

dos sobre el suelo trozos sueltos de mineral de hierro, y el gran volumen de algunos de ellos, hace sospechar que en esta parte la acción metamórfica ha sido extensa; y en efecto: en un barranco que baja al Ibor se presentan las dolomias con carbonato y óxidos de hierro, ocupando una zona de 15 metros de espesor, y en bancos gruesos con algunas grietas más ó menos amplias rellenas de hematites parda y concrecionada, siendo de presumir que se encuentre el mineral formando bolsadas.

Como ocurre en otros muchos puntos, las tierras procedentes de la descomposición de estas rocas son muy ferruginosas: una muestra de estas tierras tomada en el punto de partida, á 550 metros de altitud, dió en el ensayo: 23,28 por 100 de hierro, 1,48 de manganeso, 0,14 de azufre y 0,05 de fósforo; otra muestra de tierras del extremo S. de la concesión dió: 29,24 de hierro, 0,84 de manganeso, 0,15 de azufre y 0,03 de fosforo.

San Juan núm. 1.—Inmediato este registro al pueblo de Castañar, tiene el punto de partida á unos 650 metros de altitud, donde las capas calizas se presentan con 15° de inclinación al E. apoyadas sobre las pizarras, y en parte transformadas en siderosa y hematites parda. El banco donde se encuentra el mineral de hierro tiene unos 2 metros de grueso, observándose, como es lo general, que la mena está en forma de bolsadas irregulares.

Viriato.—Aun cuando la faja de calizas llega hasta cerca del Hospital del Obispo, no he reconocido en ellas ningún otro registro minero desde Castañar para arriba; todos los demás que he de reseñar en adelante comprenden criaderos que arman en las pizarras ó cuarcitas.

En el cerro de las Veneras de Castañar está situado el registro Viriato, á unos 612 metros de altitud, donde existen muchas escombreras con restos de pizarra y cuarcita, siendo verdaderamente raro que no encontráramos en ellas trozo alguno de mineral de hierro.

Al parecer, se ha explotado en este cerro una capa situada en el contacto de las cuarcitas con las pizarras, que tienen unos 15° de pendiente al N., pues se encuentran allí algunas labores á cielo abierto y una trancada pequeña, todas sin mineral á la vista.

Tal vez el nombre del cerro proceda de la existencia de veneras de agua más bien que de hierro, pues muy raro es encontrar en las escombreras que allí hay algo que sea mena ferruginosa.

San José núm. 1.—Dentro de este registro, situado á unos 624

o, muy silíceo, en
so con buzamiento
pizarras.
as de Navalvillar, á
de reducidas dimen-
buzan 45° al NE. Tal
buscó el mineral de
una de ellas.
el arroyo de la gar-
uestas á las pizarras y

rápido declivio y donde
os rodados de hematites
ste registro, á 984 me-

do muy impregnadas de
tros de amplitud y con
ión de las capas de unos

stante silíceos y manga-
do: 51,70 por 100 de
y 0,02 de fósforo. La
existe, como no hay
sería más elevada.
registro entre el an-
de partida á 1164
ineral de hierro,
Sres. Egozcue y
ncia de Cáceres.
erdo con las de
en: «En las di-
os crestones de
recen entre las
ndo á areniscas
nganesifera, que
en su riqueza, ya
que una capa, muy
ta una concentra-
os: 1.° Uno negro ó

pardo-negruzco, en concreciones alargadas estalactoides, de textura fibroso-radiada, muy lustroso, y tan duro que la navaja no le raya, constituído por hematites parda, en mezcla íntima con la psilomelana. 2.° La pirolusita ó peróxido de manganeso. Y 3.° Una hematites parda manganesífera, confusamente mezclada con las dos anteriores.

»Pasa de un metro la potencia que tiene el banco, y si en otras calicatas apareciera con tan buenas señales, pues la manganesa representa el 76 por 100 de la riqueza, desde luego podríamos augurar un buen criadero; pero es lo cierto que en otras labores que hemos visitado, las condiciones empeoran bastante.....»

Tal era el estado de los reconocimientos hacia el año de 1875. En la actualidad se ve una zanja de 8 á 10 metros de largo que se dirige del SO. al NE., y en su extremo O. una galería, que sigue la pendiente del criadero, donde se encuentran los minerales antes indicados, dentro de una capa de 2 metros de grueso.

En la Memoria antes citada se consignan los ensayos de cinco muestras de mineral del Hospital del Obispo, hechos en el Laboratorio de la Escuela de Minas, con el tanto por 100 siguiente:

	Núm. 1.	Núm. 2.	Núm. 3.	Núm. 4.	Núm. 5.
Hierro....................	36,26	15,68	45,50	3,78	37,84
Manganeso................	4,00	25,50	11,65	39,90	12,85

Otra muestra, procedente de la galería, se ha ensayado en Bilbao, y contiene 53,70 por 100 de hierro, 5,71 de manganeso, 0,14 de azufre y 0,03 de fósforo.

Aun cuando no ha sido determinada la sílice, entran en porción notable en los minerales no escogidos.

San Ildefonso.—Junto á una fuentecilla ferruginosa, á 992 metros de altitud, se presenta una capa de mineral de hierro de unos 40 centímetros entre las areniscas y pizarras: es una mena silícea de hematites parda, que corresponde á un yacimiento sin importancia.

San Benito.—No se ve en el lugar de este registro, próximo á Castañar y á 792 metros de altitud, afloramiento alguno de mineral de hierro. Una escombrera de escorias próxima á un arroyo, indica la proximidad de una ferrería antigua; y otras escombreras, con trozos

de hematites parda concrecionada y fragmentos de este mineral esparcidos sobre el terreno, demuestran que en otro tiempo se debieron explotar las venas de hierro interpuestas en las rocas de aquellos parajes.

San Andrés.—Próximo al registro anterior por el E., y á unos 900 metros de altitud, se encuentra el registro *San Andrés*, en el que se presentan las pizarras con mineral ferro-manganesífero interestratificado, y, al parecer, en alguna abundancia. No es posible conocer, sin labores previas al efecto, la extensión y condiciones de este yacimiento, porque el mineral se halla oculto por la tierra de la superficie. Se practicó para su reconocimiento inmediato una zanja de unos 20 metros en el camino del Hospital del Obispo, dirigida al E. 20° N. y cortando transversalmente á los estratos; con esta zanja se puso al descubierto en su parte central una zona de unos 3 metros de mineral de hierro manganesífero terroso y muy silíceo, y por ambos costados varias fajas de la misma mena alternando con las pizarras.

Encuéntranse también esparcidos en la superficie trozos sueltos de mineral ferro-manganesífero, y ensayado uno de ellos, resultó con 7,70 por 100 de hierro, 22,52 de manganeso, 0,56 de azufre y 0,36 de fósforo.

San Fausto.—Continuando el camino hacia el Hospital del Obispo, se llega al registro *San Fausto*, en las cuarcitas del siluriano.

En la superficie se ven esparcidos abundantemente trozos de hematites roja y de hematites parda, concrecionada, fibrosa, muy dura, cuyos minerales deben proceder del relleno de las grietas de las cuarcitas.

Ensayada una muestra de ellos, dió 49,28 por 100 de hierro, 0,06 de manganeso, 0,11 de azufre y 0,00 de fósforo.

Una escombrera antigua demuestra que se explotaron estos minerales en otros tiempos.

San Juan II.—Está situado este registro entre el anterior y el del Hospital del Obispo; su punto de partida, en la parte alta de un barranco que vierte al Ibor, se eleva hasta 1020 metros sobre el mar, y está inmediato á una fuentecilla ferruginosa que brota en el contacto de las cuarcitas con las pizarras. En este punto se manifiesta confusamente una zona de 1 á 2 metros de espesor con hematites parda muy silícea y algo terrosa, y que parece de extensión muy reducida.

RESUMEN.—De la reseña hecha se deduce que entre todas las minas visitadas, las que ofrecen algún interes son la *Inmaculada Concepción* y *Nuestra Señora de Guadalupe;* pero la cantidad de mineral de hierro que contienen sólo habría de permitir una explotación muy reducida, como la que en otros tiempos bastaban para el consumo local.

En las demás minas es muy poco el mineral que puede apreciarse á la vista; no cabe duda de que con nuevos reconocimientos habría de ponerse al descubierto mayor cantidad de mena, pero aunque así fuera, siempre habría de resultar pequeña, á mi juicio, la cantidad de mineral explotable, á lo que se ha de añadir la mala situación de las concesiones.

Basta considerar, en efecto, que la distancia desde Casatejada, que es la estación de ferrocarril más próxima, hasta Lisboa, es de 452 quilómetros; y aun en el caso de que se consiguiera una tarifa especial de tres céntimos por tonelada y quilómetro, subiría el transporte á 13,56 pesetas; agréguese á esto el costo de arranque, el importe de la conducción desde las minas á Casatejada, la carga y descarga, etc., y se comprenderá que aun existiendo muy buen mineral, no sería beneficioso el transporte en esta forma.

La construcción de un ferrocarril de vía estrecha desde las minas hasta Sevilla, sería obra de gran coste; en efecto, desde Fresnedoso á Sevilla hay en línea recta 256 quilómetros, y si se admite un aumento del 28 por 100 para su desarrollo, aumento que es el que resulta en las líneas de Navalmoral á Lisboa y de Mérida á Sevilla, tendríamos que la línea férrea en cuestión tendría unos 330 quilómetros.

El coste medio de un ferrocarril de vía estrecha puede estimarse en unas 85000 pesetas por quilómetro, y, por consiguiente, los 330 del camino, desde las minas á Sevilla, costarían 28.050000 pesetas. Basta esta cifra para hacerse cargo de la enorme cantidad de mineral de hierro necesario para la amortización del costo del ferrocarril.

Por otra parte, el promedio de los ensayos de los minerales, no de las tierras, es el siguiente por 100: hierro, 46,55; manganeso, 5,24; azufre, 1,17; fósforo, 0,16; y aun cuando este término medio no puede considerarse como exacto por ser pocos los ensayos hechos, sí parece indicar que los minerales de la zona en cuestión no habrán de resultar de calidad muy excelente.

Tenemos, pues, en definitiva que la cantidad y el valor de la mena

en las minas de hierro que he reconocido son, á mi juicio, insuficientes para sufragar los gastos de transporte con los medios actuales, tampoco podrían amortizar el importe de un ferrocarril especial y dejar el rendimiento necesario al capital que se empleara en este negocio, y, por consiguiente, creo que no procede aconsejar gasto alguno para la explotación de los criaderos de hierro en cuestión.

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

LAS HACHAS DE PIEDRA PULIMENTADA

EN ESPAÑA

Hace algunos años que D. Francisco Quiroga, Catedrático de la Facultad de Ciencias de Madrid, publicó en el tomo X de los *Anales de la Sociedad española de Historia Natural* un artículo muy interesante titulado: *Sobre el jade y las hachas que llevan este nombre en España*. El trabajo, indudablemente, agotó el asunto en cuanto se refiere á determinar la clase de mineral con que se hicieron en España, en la época de la piedra pulimentada, las herramientas que hoy se conocen vulgarmente con el nombre de rayos y centellas; y aun cuando en el citado artículo se señalaron varios sitios donde se encuentra el mineral que necesitaron los hombres prehistóricos para sus útiles de trabajo, quedó subsistente la duda de si en España habría yacimientos bastantes para proporcionar todo el material suficiente para la fábrica de tantos objetos como se labraron, á juzgar por la abundancia relativa de ellos que van encontrándose.

Por esto creo oportuno reproducir el artículo antes citado y agregar algunos renglones para dar cuenta del descubrimiento de una localidad donde los nódulos de fibrolita son tan abundantes y se ofrecen en tal disposición dentro de las rocas del terreno, que indudablemente han podido proporcionar, desde remotos siglos, material adecuado para los útiles prehistóricos.

Decía el Sr. Quiroga:

«Clasificados como de *jade* se encuentran entre los mineralogistas, arqueólogos y curiosos, multitud de objetos hechos con minerales muy diferentes, de los cuales los más importantes son: (A) el *jade oriental*, llamado también *jade nefrítico* ó *nefrita*, variedad de tremolita á la cual se dió este nombre en la antigüedad por creerla de

gran eficacia para la curación de las enfermedades de los riñones. (B) el *jade oceánico* de Damour (*Sur la composition des haches en pierre trouvés dans les monuments céltiques et chez les tribus sauvages.—Comptes rendues des séances de l'Acad. des Sc.*, 1865, LXI, 359), mineral que este autor considera referible por su composición á los piroxenos y del cual vió cuatro hachas procedentes de Nueva Zelanda é Islas Marquesas. (C) la *jadeita* del mismo autor (*Compt. rend.*, 1863, LVI, 861-865, y 1865, LXI, 364), silicato que con respecto á la nefrita ocupa el mismo lugar que el dipiro en el grupo de las werneritas. (D) la *fribolita* del Conde de Bournon, variedad de la *sillimanita* de Bowen, según Descloizeaux. (E) la *saussurita* de Beudant ó *jade* de Saussure, con cuyo nombre se designan minerales que guardan relación con la *labradorita* y que hoy están considerados como productos de la alteración de ésta. (Fouqué et Lévy, *Min. micr.*, 257.)

Por último, según Damour (*loc. cit.*), ha llegado á darse el nombre de *jade* á feldespatos, jaspes, ágatas y variedad diversa de rocas; y Fischer, en el capítulo que titula *Falsas nefritas*, págs. 357-363, de su obra *Nephrit und Jadeit*, Stuttgart, 1880, da á conocer la verdadera naturaleza mineralógica de multitud de objetos antiguos y modernos que se decía estaban hechos de *jade* y no obstante eran de otras substancias.

No teniéndose noticia hasta el presente de yacimiento alguno europeo de las dos primeras substancias indicadas, *nefrita* y *jadeita*, y, no obstante, citándose el hallazgo frecuente en la region occidental de nuestro continente de útiles de la edad de la piedra pulimentada hechos de estos minerales, es de gran interés arqueológico la determinación mineralógica de las armas prehistóricas llamadas de *jade*, y en prueba de ello puede citarse la discusión habida durante el Congreso de Antropologia y Arqueología prehistóricas celebrado en Bruselas el año 1872, entre Desor, Mortillet, Quatrefages, Capellini, el abate Delaunay y otros miembros de tan sabia Corporación, discusión referente á la presencia en Europa de tales instrumentos, y que se suscitó á propósito de una nota del primero sobre las hachas de *nefrita* y *jadeita*, y es también notable en el particular la obra de Fischer ya citada.

Para ayudar por mi parte al esclarecimiento del asunto, he aquí datos de las colecciones examinadas durante mis investigaciones, con enumeración de las hachas consideradas como de *jade* que contienen:

Museo Arqueológico Nacional: cuenta con veintiún ejemplares de diversas localidades españolas, de los cuales veinte son de *fibrolita* y uno de *nefrita*.

Escuela de Minas: cinco ejemplares, todos de *fibrolita*.

Institución libre de Enseñanza: seis ejemplares de hachas de *fibrolita*, recogidos por el catedrático Sr. Calderón al hacer los trabajos para su *Reseña geológica de la provincia de Guadalajara*.

Colección de D. Emilio Rotondo, de Madrid: quince hachas consideradas de *jade*, de las cuales catorce son de *fibrolita* y una de *jadeita*.

Sr. Cortázar (D. Daniel), Ingeniero de Minas é individuo de la Comisión del Mapa geológico: sesenta y siete útiles de *fibrolita* recogidos por él en las provincias de Cuenca, principalmente, y también en las de Guadalajara, Soria y Segovia, al hacer y ampliar los trabajos de campo para las *Descripciones geológicas y agrológicas de las provincias dichas;* además cuatro de nefrita, una de *jadeita*, otra de *diaspro verde* y otra de *serpentina*.

Sr. Castel (D. Carlos), Ingeniero de Montes: tres hachas de *fibrolita* que recogió en la provincia de Guadalajara en sus numerosas é interesantes expediciones geológicas.

Y por último, en mi poder tengo cinco hachas españolas, de las cuales cuatro son de *fibrolita* y la quinta de *jadeita*.

Los más abundantes en nuestro país son, pues, los instrumentos de fibrolita, y á ellos se aplica especialmente el nombre de hachas de *jade*, error cuyo origen está en la inexacta clasificación del mineral que se encuentra en la provincia de Madrid y en la de Guadalajara, y al cual se denominó *jade oriental* por Prado, en la pág. 110 de su *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*, 1864, pues dice al dar cuenta de los minerales que se hallan en los terrenos granítico, gneísico y siluriano, lo siguiente:

«*Jade oriental.*—Este mineral no es otra cosa que una tremolita compacta..... De él se hacian hachas en la Edad de Piedra por su dureza y tenacidad, según he visto por una que hallé.....;» y en la página 200 de la misma obra, describiendo las hachas neolíticas que encontró en la provincia, añade: «La roca de que todas ellas se hallan formadas es la misma, y se refiere al *jade oriental*, ó sea anfibol blanco con mica.» Error de geólogo tan reputado ha sido sin duda causa de que el *jade* se considere como mineral español y equivalente á la fibrolita y tremolita, según me han hecho comprender estas investigaciones comenzadas con el objeto de averiguar la verdadera natura-

leza del mineral tenido por *jade oriental* (nefrita), y que en vista de la composición y caracteres que inmediatamente detallaré, resulta no ser otra cosa sino la *fibrolita*, que, según las investigaciones de Descloizeaux, constituye simplemente una variedad del silicato de alúmina denominado *sillimanita*.

Se trata de una substancia de color blanco, manchado con rojo, morado ó pardo, generalmente en venas ó zonas bien marcadas y que dan á la piedra aspecto sumamente agradable.

El lustre del mineral es como el del raso, especialmente en las superficies de fractura reciente; la pasta es transluciente en fragmentos delgados y en los bordes; la fractura es astillosa, y la textura formada por fibras tan sumamente finas y apretadas, que apenas se distinguen á simple vista; la dureza está entre 5 y 6 de la escala de Moss, rayando bien al vidrio, pero siendo rayada por la orthoclasa; y la densidad oscila entre 3'15, que corresponde á los trozos más blancos y puros de la *fibrolita* de Prádena, y 3'20 que ha dado un hacha de Peguerinos (Avila) llena de manchas rojizas de óxido férrico y otras negras abundantes en magnetita.

La roca en cuestión es completamente infusible al soplete; pero si se agrega á la perla nitrato de cobalto, da claramente la reacción de la alúmina. Los ácidos no la atacan.

He aquí el resultado de los análisis hechos con diversos ejemplares:

	I	II	III	IV	V
Sílice............	38'40	38'00	38'26	37'92	37'96
Alúmina..........	61'16	61'80	61'95	60'67	59'90
Óxido férrico.....	»	»	»	0'80	0'71
Magnesia	»	»	»	»	indicios.
Agua............	»	»	»	»	1'20
	99'56	99'80	100'21	99'39	99'7

I. *Fibrolita* muy blanca y pura recogida en Matallana (Guadalajara) por el Sr. Castel. Densidad: 3'15.

II. *Fibrolita* como la anterior, traída por el Sr. Buireo de Prádena del Rincón (Madrid). Densidad: 3'18.

III. *Fibrolita* también muy pura de un hacha pequeña completamente blanca que me dió uno de los trabajadores de un tejar de San Isidro del Campo, quien, según dijo, la recogió sobre el terreno en el Cerrillo de los Angeles (Madrid). Densidad: 3'19.

IV. *Fibrolita* de un hacha, de Peguerinos (Madrid), muy manchada de rojo y negro por el óxido férrico y la magnetita. Fué hallada en el mismo pueblo al empedrar una calle, y me la regaló el alcalde del pueblo. Densidad: 3'20.

V. *Fibrolita* de un hacha recogida en la vega de Ciempozuelos (Madrid) sobre el terreno. Está manchada de pardo rojizo, y la parte blanca es mate y muy poco transluciente.

He preparado secciones delgadas de las *fibrolitas* de Prádena, Paredes y Matallana, y de dos hachas, una de Budia (Guadalajara), recogida por el Sr. Calderón, y la otra de Peguerinos (Avila), cuyo hallazgo he indicado antes.

Todas ellas tienen de común el estar formadas por multitud de filamentos delgadísimos, entrelazados en todos sentidos, constituyendo un tejido tan sumamente fino y apretado, que en la mayoría de los casos se necesitan emplear objetivos de poder muy considerable para distinguir sus elementos, lo cual da explicación de la tenacidad de este material. Difícilmente habrían podido encontrar nuestros antepasados de la Edad de la Piedra pulimentada, mineral más á propósito por su textura para los usos á que lo destinaban.

En la fibrolita de Prádena del Rincón he visto bastantes fibras largas, rectas generalmente y sin terminación distinta, que al examinarse con los nicoles cruzados extinguen, sin excepción, la luz paralelamente á su longitud. Yo atribuyo estas fibras á la sillimanita, pues se adornan con brillantes colores en la luz polarizada cuando la sección no es muy fina, conforme puede verse en la figura 2.ª de la lámina II del atlas de la *Minéralogie micrografique*, de Fouqué y Lévy ya citada, y, por el contrario, muestran sencillamente un color blanco amarillento si la delgadez de la preparación se ha llevado al último límite. Como lo demuestra la extinción de luz paralelamente á los lados de los los prismas ó fibras anchas, las secciones resultan como dadas en la zona vertical $\infty \bar{P} \infty$ que comprende las formas mejor

desarrolladas y conocidas de la sillimanita. Algunas de estas fibras, aunque muy pocas, están perfectamente unidas, como si los planos de junta fueran los de exfoliación, ó cortes paralelos al braquipinacoide; pero la mayoría de ellas presentan fuertes estrías paralelas á su longitud, que pudieran acaso corresponder á las que, según dice Descloizeaux, ofrece exteriormente la sillimanita, como paralelas á la intersección del prisma ∞P con el braquiprisma $\infty \breve{P} \frac{3}{2}$, pudiendo también resultar de una exfoliación en plano distinto del $\infty \bar{P} \infty$. Además estos prismas muestran líneas transversales de fractura.

En la luz polarizada la fibrolita aparece como formada por masas fibrosas de colores muy vivos si las secciones no son muy delgadas, y de color blanco amarillento cuando lo son mucho.

Cuando los ejemplares son de la fibrolita de color blanco muy puro no se percibe inclusión alguna, pero sí, de cuando en cuando, manchas grises, opacas, é irregulares en su forma, que con grandes aumentos se ve están constituídas por granillos opacos sumamente pequeños. Pero si los ejemplares están jaspeados ya de rojo, ya de negro ó de ambos colores á la vez, se ven con el microscopio que las manchas del primer color son irregulares y constituídas por óxidos de hierro que impregnan las fibras de la fibrolita, mientras que las zonas negras resultan formadas exclusivamente por magnetita, con textura que recuerda la de las pizarras y serpentinas cloríticas.

En un preparado para el microscopio hecho del hacha de Budia he visto granates almandinos, cuya periferia y resquebrajaduras están constituídas por óxido de hierro de color rojo amarillento.

El mineral dicho, *jade*, y de que venimos hablando, yace en el gneiss y la micacita, pues según el Ingeniero de Minas, Sr. Buireo, «se encuentra en los términos de Prádena del Rincón, Horcajuelo y Montejo de la Sierra (Madrid) en trozos sueltos entre la tierra procedente de la descomposición de la micacita, que es la roca dominante en aquella zona.»

También el Ingeniero de Montes, Sr. Castel, ha hallado la fibrolita en Matallana y algunos puntos de la región del gneiss y micacitas de la provincia de Guadalajara, y Prado (obra citada, pág. 110), consignó, antes que todos, que el *jade* «acompaña al gneiss y á la micacita en Horcajuelo, Horcajo, Madarcos y otros puntos de la provincia de Madrid.»

La fibrolita de las hachas españolas está, como puede comprender-

se por lo ya indicado, muy manchada de rojo-amarillento, parduzco ó morado, por el óxido de hierro, y en algunos casos á estas manchas se agregan otras enteramente negras producidas por la magnetita, todo lo que contribuyen á dificultar el reconocimiento del mineral á primera vista, pero hay ejemplares sumamente bellos, porque sobre el fondo blanco cruzan venas rojas y azuladas que producen agradable combinación.

Por lo general las hachas son de tamaño medio; algunas, muy pequeñas, sólo tienen de 0m'01 á 0m'02 de largo, y una de las mayores que he visto procede del diluvium de Madrid y alcanza 0m'22 de largo por 0m'07 de ancho: pertenece al Sr. Rotondo. Por su forma corresponden á las hachas propiamente dichas la mayor parte de ellas, y algunas, á juzgar por la disposición de su boca ó corte, y siguiendo la clasificación de Nilson (*Les hab. primt. de la Scand.*, 1868), á los cinceles y azuelas. Todas ellas son designadas por el vulgo con el nombre de *piedras de rayo* ó *centellas*.

Hay también, según se ha indicado, entre los útiles recogidos en España algunos protohistóricos de nefrita, jadeita y cloromelanita, y así me parece de *nefrita* un hacha que existe en la colección de objetos prehistóricos del Museo Arqueológico, y me fundo para ello únicamente en sus caracteres exteriores, pues no me ha sido posible examinar ni su densidad, y mucho menos, por tanto, su fusibilidad y caracteres microscópicos. Lleva el número 88 en el Catálogo de objetos prehistóricos, y en él se asegura que procede de España, por más que no haya sido posible determinar el punto donde se encontró.

Tres han sido hasta ahora los objetos de *jadeita* españoles que he examinado. Todos están caracterizados por su densidad, comprendida entre 3'30 y 3'36, ser fácilmente fusibles al soplete en un vidrio transparente ligeramente amarillento, y no dar indicio alguno de manganeso; carácter negativo que distingue bien este mineral de la cloromelanita. Su color es verde aceituna un poco obscuro, y tienen la translucidez de la calcedonia.

El primero es un amuleto que pertenece al Sr. Vilanova, encontrado junto con los restos de un cadáver al excavar un pozo, en Monachil. Parece la porción correspondiente al corte de un hacha, aserrada por la mitad y perpendicularmente á su longitud; tiene una cara plana y la otra convexa, y en ésta lleva dos agujeros inclinados que pasan á la cara plana, unidos entre sí por un surco algo profundo y ancho, como mortaja para el cordón que sirviera para colgar el amu-

leto. En la cara convexa tiene, como decoración, tres rayas que marcan el perfil de otra hacha. Desde el plano normal á la longitud del instrumento, plano producido al aserrar el arma con objeto de convertirla en amuleto, pasa otro agujero hasta la cara plana. Su densidad es 3'32.

El segundo forma parte de la bella colección de mi amigo D. Emilio Rotondo, y procede de la provincia de Murcia. Mide 0m'147 de largo por 0m'058 de ancho. Está muy bien pulimentado; sus costados son redondos y curvos; las caras, que son convexas, dan al instrumento notable espesor y solidez, el filo es grueso—por lo cual apenas es transluciente—y curvo, no siendo la parte más ancha del arma. Su color es verde muy obscuro, y tiene casi á todo lo largo una veta de cuarzo blanco, y esparcidas por su masa manchas casi negras. Su densidad es 3'36. De este arma he podido separar un fragmento pequeño sin deformarla, cosa que no conseguí de la anterior, para hacer con ella una sección muy delgada.

Esta al microscopio, tiene color gris amarillento un poco verdoso; por unos lados se muestra confusamente fibrosa, mientras que por otros no se percibe tal estructura. La enturbian abundantes manchas grises irregulares y opacas, grandes unas veces, muy diminutas otras, más ó menos espesas, y acompañadas de otras pequeñas irregulares, y frecuentemente arborizadas de magnetita. En alguno de los puntos en que se percibe con más claridad la estructura fibrosa, las fibras son anchas, cortas, rectas y entrecruzadas, y brillan con vivos colores en la luz polarizada, apareciendo, sin embargo, más confundidas unas con otras que en la luz natural. Esta confusión es mucho mayor en las partes no fibrosas, pues toda la masa aparece entre los nicoles cruzados brillante, de color gris con algunos pequeños toques esparcidos de azul y amarillo, que se ven aumentar considerablemente si la observación se hace con un objetivo de poder. En una palabra, ofrece este material una *polarización de agregado*.

El tercero está en mi poder, y parece que fué hallado en una de nuestras provincias de Levante, sin que haya sido posible precisar cuál. Tiene 0m'086 de largo por 0m'047 de ancho, y es un hacha de color verde claro, transluciente en los bordes delgados, cuyos costados son planos y rectos, y su corte curvo, para constituir la parte más ancha del instrumento. En su cabo, obtuso y aplanado lateralmente, lleva un agujero que lo atraviesa de un lado á otro, hecho

con un instrumento muy duro y punzante y comenzado por ambas caras. Tiene por densidad 3'30.

Por último, el Sr. D. Guillermo Macpherson, que ha hecho numerosas exploraciones prehistóricas en las provincias de Granada y Sevilla, me ha dicho que halló en una sepultura un hacha verde que tenía el aspecto de ser de nefrita ó jadeita.»

Completemos ahora los datos del anterior artículo para justificar la existencia en España de un yacimiento muy abundante de fibrolita.

Hace algunos años que al recorrer la provincia de Segovia en busca de datos mineralógicos que completasen los que había publicado en 1891 en mi *Descripción física y geológica de dicha provincia*, ví casualmente en Riaza una piedra con aspecto de *jade*, que su poseedor creía ser *un rayo*. Llamó esto mi atención, pues si bien algo se asemejaba el ejemplar á las hachas prehistóricas, no presentaba señal de haber sido labrado como lo están todos á los que comunmente se da el nombre de rayos.

Pregunté de dónde procedía la piedra aquélla; me dijeron que de la falda septentrional de Somosierra, y algunos días después, reconociendo con atención el terreno que hay desde el pueblo de Cerezo de Arriba al de Cerezo de Abajo, hallé entre las tierras procedentes de la descomposición de las micacitas y neises varios nódulos de *piedra de hachas* semejantes al visto en Riaza, nódulos á que en el país llaman *rayos* lo mismo que á las *hachas* talladas.

Teníamos, pues, una localidad de donde las civilizaciones protohistóricas de nuestra Península podían haber sacado material para sus utensilios, y el hallazgo resultó de importancia, pues explorando después la localidad citada se ha visto que relativamente son allí muy abundantes los nódulos del mineral en cuestión.

Así viene á despejarse la incógnita de un problema que ha ocupado á los arqueólogos, pues no siendo conocidos en Europa yacimientos de *jade* ó *nefrita*, para explicar la existencia de tantas herramientas como se encuentran hechas con él, y que suelen hallarse en las estaciones protohistóricas, era necesario admitir que entre los habitantes nómadas de los tiempos más antiguos existían relaciones comerciales que permitían llegar á todas partes de Europa las herramientas cuyo material sólo se encontraba en las regiones más apartadas de Asia y en las islas de la Oceanía, desconocidas para los europeos hasta la época moderna.

Sin embargo, no ha de olvidarse, en vista del trabajo del Sr. Quiroga, que con el nombre de *jade*, *nefrita* ó *piedra de hachas* se han confundido diferentes especies mineralógicas, lo que cualquiera puede comprobar leyendo las principales obras publicadas por los extranjeros respecto á mineralogía, y viendo que en España D. Donato García, en sus *Lecciones de Mineralogía*, dadas á luz por Cisneros en 1843, admite que el *jade* se halla en el terreno de San Lorenzo del Escorial; D. Felipe Naranjo, en sus *Elementos de Mineralogía*, 1862, manifiesta que lo encontró en la Sierra de Granada; D. Casiano de Prado, en su *Descripción geológica de la provincia de Madrid*, 1865, dice que se encuentra en Horcajo, Horcajuelo y Madarcos; otros autores lo han señalado en Prádena del Rincón y en Montejo, y en todos estos sitios siempre el mineral de que se trata es la *fibrolita*.

Añadiremos que fuera de la primera localidad de las mencionadas, la cual está poco determinada, y de la segunda de aquellas, que es bastante dudosa, los demás yacimientos están próximos entre si y cerca de Cerezo, si bien en la vertiente opuesta de Somosierra; y siendo el mineral de que hablamos escaso en la provincia de Madrid, se presenta, por lo contrario, como abundante en la de Segovia, y á pesar de que hasta la fecha haya pasado inadvertido, sin duda de aquella tierra es de donde salieron principalmente los materiales para las armas de la edad de piedra del centro de nuestra Península.

De lo dicho y de otras consideraciones que ahora huelgan resulta:

1.° Que confundidos diversos minerales con el nombre de *jade*, el empleado en las armas prehistóricas de España es el que los mineralogistas denominan *fibrolita*, y el mismo que existe en la cordillera del Guadarrama, principalmente en el terreno de Cerezo, en la provincia de Segovia.

2.° Que si bien los arqueólogos han tratado de explicar la procedencia de los útiles de piedra labrada por medio del comercio de los primitivos habitantes, los naturalistas [1] han combatido esta opinión y admiten que el material ha debido obtenerse en Europa, aun cuando no se conozcan hoy los yacimientos, y estas ideas indudablemente son ciertas para España, sobre todo, después del descubrimiento del abundante criadero segoviano que viene á dar cabal idea

(1) V. *Compte rendu de la 6e session du Congrès international d'Antropologie et d'Archeologie prehistoriques:* Bruxelles, 1872, pág. 351 y siguientes.

de cómo fueron, aunque hoy estén agotados, los criaderos de fibrolita.

Para juzgar bien del caso, presento con esta nota el dibujo en tamaño natural de seis útiles de la edad de la piedra pulimentada, puestos en parangón con otros seis nódulos de fibrolita, todos en su propio tamaño, procedentes de Cerezo de Abajo, y escogidos entre los muchos que tengo de aquella localidad, para que pueda comprenderse cómo dada la forma natural de los dichos nódulos, se podría fácilmente obtener de ellos objetos semejantes á los tallados en las edades protohistóricas.

Las figuras 1 (b) y 2 (b) de la lámina 6.ª del Boletín, representan dos hachas recogidas en el término de Huete, en la provincia de Cuenca, y las 1 (a) y 2 (a) dos nódulos semejantes á ellas.

Las figuras 3 (b), 4 (b) y 5 (b) de la lámina 7.ª del Boletín, corresponden á tres útiles, encontrados en la vertiente septentrional del Somosierra los dos primeros, y en la meridional el tercero, y de los tres nódulos de fibrolita figurados, el señalado con el signo 3 (a) es el primero que, como queda dicho, ví y recogí en Riaza, mientras que los marcados 4 (a) y 5 (a) son de Cerezo.

La gran hacha 6 (b) de la lámina 8.ª del Boletín se recogió en Castrillo de la Reina, provincia de Burgos, por D. Cándido Izquierdo: es la de mayor tamaño que he visto y me ha sido imposible encontrar un nódulo de fibrolita tan grande como ella, si bien no es pequeño el 6 (a) que va puesto frente á frente.

Diré, para concluir, que, según los ensayos que he hecho, el peso específico de la fibrolita de Cerezo es de 3'23, su dureza de 6'2 á 6'5 y su composición química la siguiente:

Sílice	38'00
Alúmina	59'20
Oxido férrico	0'80
Magnesia	0'20
Agua de combinación	1'80
Total	100'00

Considero inútil entrar en más detalles, pues la importancia científica del caso queda suficientemente demostrada con lo expuesto.

Daniel de Cortázar.

CRIADEROS SEDIMENTARIOS DE COBRE

EN MENORCA Y EN GRANADA

I

En varias localidades del extranjero se conocen desde hace mucho tiempo diversos yacimientos de cobre donde el mineral parece indiscutible que se ha depositado al mismo tiempo que las rocas que lo contienen; pero no tengo noticia de que se haya descrito ningún criadero de esta naturaleza en tierras españolas [1], y, por consiguiente, juzgo de interés dar cuenta de algunos que he visitado últimamente, estimando que, aun cuando por la brevedad de mi visita habrá de resultar por muchos conceptos deficiente mi trabajo, en algo habrá de contribuir á completar los datos acerca de nuestra minería, y no carecerá de interés, considerado desde el punto de vista de la geología aplicada.

Un carácter común á estos yacimientos, que demuestra su origen y puede servir para explicar su formación, consiste en que casi siempre contienen restos de plantas, *Calamites*, *Araucarias*, *Helechos*, etc., á cuyo alrededor se concentran los minerales de cobre, la *calcosina* principalmente, y aun es frecuente que los mismos minerales sustituyan, en parte ó totalmente, á la materia vegetal.

En Rusia y en Bohemia, á diferentes niveles sobre el Roth-rodteliegen y dentro del terreno triásico, se encuentran de dos á cuatro capas metalizadas por el cobre, siendo de notar que los tallos vegetales

(1) Escrito este trabajo, he recibido un folleto impreso en Octubre último con varios informes sobre los cobres de Menorca, y además se ha publicado en el *Bol. de la Soc. española de Hist. Nat.*, tomo I, núm. 9, una nota de D. Jaime Ferrer sobre los yacimientos de calcosina de Menorca.

están impregnados de calcosina, y á cierta distancia de ellos no se observan más que minerales de cobre oxidados.

Gran interés geológico é industrial ofrecen los yacimientos cupríferos de Mansfeld, donde se presenta el mineral impregnando una capa de $0^{m},50$ de espesor en las pizarras del Zechstein; la ley media de los minerales es del 3 por 100 de cobre, y su explotación produce anualmente 16000 toneladas de cobre y 60 toneladas de plata. Entre el mineral se encuentran restos de peces, y ramas y hojas de vegetales en abundancia. Los afloramientos cupríferos se extienden en 35 quilómetros de longitud, y se están explotando desde hace más de setecientos años sin haber descendido á profundidades mayores de 250 metros.

En Westfalia y Hesse vuelve á encontrarse la capa cuprífera de Mansfeld, pero con caracteres algo diferentes, aun cuando siempre relacionado el mineral con restos orgánicos vegetales.

Yacimientos análogos á los citados son los de Perm en Rusia, y semejantes á éstos es el que se encuentra en Corocoro, Bolivia, donde aparece el cobre nativo principalmente, acompañado de yeso y mineralizando restos de troncos vegetales.

Aparte de estos criaderos de cobre, en que los residuos orgánicos prueban la formación sedimentaria, existen otros que se presentan en forma estratificada, pero que no contienen restos orgánicos fosilizados; algunos de estos yacimientos parecen hallarse en relación con rocas hipogénicas: tales son los del Cáucaso, donde se encuentran masas y capas silíceas cupríferas y plomíferas interestratificadas en los sedimentos terciarios y relacionadas tal vez con dacitas. También en Boleo (California) hay un criadero de cobre constituido por capas muy regulares de conglomerados traquíticos, andesíticos ó labradóricos, con intercalaciones de estratos cupríferos; y por fin, en Rammelsberg (Harz inferior) se conocen unos criaderos de pirita cuprífera y de galena, que, según Wimmer, von Groddeck y Kohler, corresponden á una capa claramente sedimentaria.

Estos son los yacimientos de sedimentación de cobre más conocidos y que constan en uno de los mejores tratados especiales sobre los criaderos metalíferos [1]: á ellos podrán ahora agregarse los de la isla de Menorca, y aun otros de menor importancia, de la provincia de Granada, en cuya descripción entraré seguidamente.

(1) Ed. Fuchs y L. Launay, *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, 1892.
234

II

Intercalados en las capas de arenisca del terreno triásico inferior se presentan en diferentes localidades de la isla de Menorca varios yacimientos de cobre que, aun cuando conocidos desde hace tiempo, no han llamado la atención debidamente hasta que, por encargo de una Sociedad domiciliada en Mahón con el nombre de «La Maquinista Naval» los visitó en el verano último el señor barón de Pritzbuer, ingeniero de minas francés.

El paraje donde estos yacimientos han sido reconocidos más detenidamente se halla situado hacia la región central de la isla, entre Mercadal y el monte Toro, relieve topográfico el más importante, que se eleva hasta 358.m de altitud, correspondiendo la zona reconocida á una concesión minera de veinte pertenencias, denominada *La Rubia.*

Saliendo de Mercadal en dirección al monte Toro, se observa que el terreno comprendido hasta la falda del monte está constituído por areniscas y pizarras terrosas, verdosas ó azuladas, en capas muy dislocadas correspondientes al terreno devoniano; una falla separa después este terreno de otro más moderno, representado por una serie de areniscas y arcillas rojizas, que por su facies característica, y por estar comprendidas entre las capas devonianas y las calizas del Muschelkalk deben ser referidas al triásico inferior.

En la parte alta de las areniscas y arcillas triásicas, rocas esencialmente detríticas ó de sedimentación mecánica, se intercala un banco de composición bastante compleja y de naturaleza muy distinta de la de los que le sirven de caja, tanto más interesante cuanto que en él se encuentra el mineral de cobre, objeto de la concesión minera. Se trata de una roca de sedimentación química formada por una mezcla íntima de carbonatos de cal y de magnesia, arcilla y sílice, según resulta del análisis siguiente que inserta el señor Barón de Pritzbuer en uno de sus informes:

Sílice	45'30
Alúmina	16'40
Acido carbónico	13'50
Cal	14'61
Magnesia de 3,77 á	5'50

siendo de notar que la silice no se presenta en granos aislados de cuarzo, sino combinada con los demás elementos. Es, por consiguiente, esta roca una mezcla de arcilla con carbonatos de cal y de magnesia, es decir, una marga magnesiana muy compacta de color gris claro que contrasta con el rojo de las arcillas y areniscas en que se halla interpuesta.

Dentro de esta marga se presenta frecuentemente hornaguera muy impregnada de calcosina: no forma la substancia carbonosa una capa continua, sino que está dispuesta á la manera de lentejones más ó menos extensos con las correspondientes soluciones de continuidad entre unos y otros.

Las capas del terreno triásico inferior, en la región de esta mina, se presentan con buzamiento oriental de unos 30°, y sobre ellas descansan concordantemente las calizas del Muschelkalk, rocas que, á su vez, sirven de asiento á otra serie de calizas en lechos delgados con *Daonellas* y *Ceratitas*, sobre las que descansa una caliza dolomítica que se supone corresponde á la parte alta del triásico superior de la isla.

Ya he indicado antes, que los yacimientos de cobre de Menorca se conocen desde hace mucho tiempo, y probablemente se referirá al de la mina *La Rubia* la noticia que consta en la descripción geológica de H. Hermitte al tratar del terreno triásico, donde dice que cerca del monte Toro existió una explotación poco importante de cobre (carbonato verde); es de suponer que este distinguido geólogo no visitaría las labores mineras, ya porque éstas se hallaran inaccesibles ó porque no existieran, pues de otra suerte hubiera llamado su atención aquel yacimiento cuprífero donde el carbonato verde de cobre es sólo producto accesorio como procedente de la alteración de la calcosina.

El mineral de cobre se presenta exclusivamente en el banco de marga gris compacta interpuesta entre las areniscas y arcillas del terreno triásico inferior; el espesor de este banco margoso varía entre $0^{m},40$ y $1^{m},80$, y se halla separado de las rocas que le sirven de caja por dos lisos lustrosos bien determinados. La calcosina, ó sea el sulfuro de cobre Cu^2S, que en su mayor estado de pureza contiene 79'80 por 100 de cobre, se presenta impregnando el lignito contenido dentro de la marga, de suerte que los vegetales que dieron origen al carbón de piedra, puede decirse que están fosilizados por la calcosina, de tal modo, que en porciones determinadas han

desaparecido las fibras vegetales, siendo reemplazadas totalmente por el cobre vítreo; en otras, y esto es lo más frecuente, aparece una mezcla de carbón y calcosina, y aun en algunos fragmentos que parecen constituidos exclusivamente por materia carbonosa, ha demostrado el análisis químico la existencia del cobre en proporción notable.

El número de zonas de carbón en el banco margoso no suele exceder de dos; frecuentemente se encuentra una sola, que á las veces se bifurca, y si en ciertos trechos desaparece totalmente la huella carbonosa, en otros su espesor alcanza hasta 20 centímetros.

Además de presentarse la calcosina sustituyendo al carbón de piedra, se acumula también alrededor de las masas carbonosas, impregnando la marga en un espacio como de un decímetro por encima y por debajo de aquéllas. Además se hallan, dentro de la roca, algunos nódulos de calcosina pura.

Una muestra de este mineral procedente de la mina *La Rubia* ha sido analizado en París por el químico Sr. Capron, dando el resultado siguiente:

Cobre	64'20
Hierro	3'50
Azufre	16'90
Sílice	1'00
Oxígeno	9'10
Materias orgánicas	5'20
Plomo	indicios.
Antimonio (1)	
Arsénico	
	99'90
Plata	0k'016 por 100.
Oro	0k'000 —

En la región que ocupa la mina *La Rubia* no he visto comprobado más que un horizonte cuprífero: las labores mineras parecen indicar

(1) Según el Sr. Ferrer, en algunos puntos aparece la calcosina asociada con 50 por 100 de antimonio. (*Bol Soc. Hist. Nat.*, tomo I, núm. 9, página 340.)

que se presentan diferentes niveles de margas carbonosas con calcosina; pero, á mi juicio, es indudable que se trata de una sola capa cuprífera, que, por efecto de la existencia de varias fallas de pequeño salto, se encuentra, por decirlo así, en forma escalonada. Esta opinión puede comprobarse observando que, al perseguir la capa cuprífera con las labores mineras, se interrumpe bruscamente con los planos de las fallas, mientras que la huella del carbón se manifiesta en varios sitios por indicios del arrastre producido con el salto; además, por el examen de la superficie no ha podido comprobarse más que un solo horizonte cuprífero. No quiero con esto decir que en otros parajes de Menorca no existan más; pero sí que por lo que á la mina *La Rubia* se refiere, lo descubierto hasta el día corresponde á uno solo.

Entraré ahora en algunos pormenores acerca de las labores ejecutadas en esta mina. Comenzadas sin plan preconcebido, resultan ser un verdadero laberinto de galerías y trancadas que comunican con tres pozos de poca profundidad, para facilitar el desagüe, la extracción y la ventilación; el criadero se presenta en conjunto con buzamiento de 30° al SE. y en las condiciones anteriormente indicadas. Las rocas que constituyen la caja tienen la consistencia suficiente para que no sea necesaria la fortificación de las excavaciones.

Para el arranque de la capa cuprífera es necesario el empleo de barrenos; pero se ataca con facilidad y se ha ideado, para dar mayor impulso á los trabajos, emplear perforadoras mecánicas.

La labor en que el criadero se presenta mejor metalizado, y en la que se ha llevado el trabajo ordenadamente, es una trancada, la más profunda de todas, que tiene 25 m. de largo y 1'24 de anchura media, en cuya labor puede observarse una falla con 1m'70 de salto.

De esta excavación se han extraído 1885 kg. de mineral de primera y 6045 kg. de mineral de segunda. Ensayado el mineral de primera en el laboratorio de la Maquinista Naval de Mahón, resultó con el 35'40 por 100 de cobre, pero según después me dijeron, parece ser que hubo un error material al comunicarme el resultado del ensayo y que la ley era de 55'40 por 100. En cuanto al contenido de los minerales de segunda, se dice que oscila entre el 3 y el 4 por 100 de cobre.

Teniendo en cuenta estos datos, puede calcularse que el metro cuadrado de criadero en la labor en cuestión, debe contener 29'8 kg. de cobre si se supone la ley de 35'40 por 100 para el mineral rico, ó 41'50 si se admite la de 55'40 por 100. Pero hay que tener pre-

sente que este cómputo no debe aplicarse á toda la extensión del criadero, sino que se refiere exclusivamente á la labor mejor metalizada, y que para formar juicio más preciso acerca de la importancia de este yacimiento de cobre es necesario ejecutar en debida forma nuevas labores de reconocimiento.

Pero no es solamente en el paraje en que radica esta mina donde se han encontrado yacimientos de esta naturaleza, sino que en otras localidades de la isla han sido también descubiertos, siempre en las areniscas del terreno triásico inferior y en relación con los lignitos interpuestos en la capa margosa.

Según Hermite, ocupa el triásico una extensión muy considerable de la región septentrional de Menorca, repartiéndose en tres comarcas: oriental, central y occidental, cuyas superficies, muy irregulares y de sinuosidades más bien en relación con los movimientos de las capas que con el relieve del suelo, ofrecen una orientación general de N. á S.

A la comarca central corresponde la mancha en que se halla la mina *La Rubia;* en las demás localidades, donde aparece el mineral de cobre en condiciones semejantes, no se han practicado labores mineras; pero afloramientos de la capa margosa con lignito cuprífero han sido atentamente examinados por el Barón de Pritzbuer, quien hace mención de los siguientes: uno situado en la comarca central al S. del cabo de Caballería, en una manchita triásica que está en contacto con el terreno jurásico que constituye el mencionado cabo; otro al O. del anterior y junto al mar, en la mancha pequeña de la misma edad de la cala de Caldered, cerca de Algairens, que sigue en bastante extensión á lo largo de la vertiente del monte de Santa Águeda; otro, también en la costa, y que, como el anterior, corresponde á la comarca occidental; y por fin, en la comarca oriental, cerca de Capifort, se encuentra igualmente otro afloramiento.

Resulta, por consiguiente, que los criaderos sedimentarios de cobre de Menorca se encuentran distribuídos en una comarca que ocupa dentro de la isla unos 28 km. de largo; y atendiendo á que todos se presentan en condiciones de yacimientos semejantes, hay fundados motivos para suponer que durante el período triásico inferior, y mientras se depositaban los elementos detríticos que hoy constituyen las areniscas y arcillas de la base del sistema, debió de formarse en la región menorquina un lago, cuyas aguas, además de contener disueltas determinadas sales alcalinas y térreo-alcalinas,

debían llevar también en disolución otras sales de cobre, procedentes, bien de emanaciones cupríferas en relación con rocas hipogénicas, bien de la descomposición de los minerales de cobre de filones preexistentes. Las materias orgánicas, y principalmente los vegetales, debieron extenderse en cantidad considerable por toda la superficie del lago, flotando al principio, sumergiéndose después y ejerciendo su acción reductora sobre las sales de cobre para precipitar el sulfuro metálico, á la par que por la evaporación se iban depositando las sales térreo-alcalinas y el légamo arcilloso hasta la completa desecación del lago. Más adelante las fuerzas moleculares y las acciones electro-telúricas debieron de concentrar el mineral en las vetas carbonosas y en las zonas inmediatas á ellas, así como también alrededor de determinados centros de atracción, formándose así los nódulos esféricos de que he hablado anteriormente. Así se explica, á mi juicio, la forma con que se presenta el miral de cobre entre las capas triásicas de la isla de Menorca, en íntima relación con lignito y la considerable extención superficial en que se halla distribuido.

Por lo demás, es indudable que los sedimentos del triásico inferior, y con ellos el horizonte cuprífero, debieron de extenderse sin solución de continuidad por la región septentrional de la isla; y más adelante, por consecuencia de los movimientos de la corteza terrestre, y por efecto de los derrubios, resultaron en parte separados unos de otros por las manchas devonianas ó cubiertos por los depósitos del triásico superior, y éstos á su vez por los jurásicos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, y atendiendo á que este género de yacimientos se caracteriza por la constancia en la naturaleza de sus minerales, al contrario de lo que suele ocurrir con los verdaderos filones de cobre, cuya composición varía frecuentemente con la profundidad pasando por diferentes especies cupríferas de distinta ley á medida que se profundiza, hay fundados motivos para supóner que el mineral habrá de encontrarse distribuido con bastante regularidad en toda la extensión de la capa margosa, concentrándose constantemente al rededor del carbón, y que habrá de consistir siempre en calcosina, sea cualquiera la profundidad á que alcancen las labores mineras.

Es, por consiguiente, interesante un estudio detenido del terreno triásico inferior de la isla de Menorca para precisar la marcha del horizonte cuprífero de que he tratado, y determinar después, por los

consiguientes reconocimientos mineros, las zonas explotables industrialmente consideradas.

Más adelante, si estos reconocimientos dieran favorable resultado, podrá demostrarse por medio de sondeos la continuación en profundidad de los criaderos de cobre, escogiendo al efecto aquellos parajes de la isla donde el examen geológico induzca á suponer que habrá de encontrarse el horizonte cuprífero á profundidades económicamente asequibles.

III

Si bien desde el punto de vista industrial ofrece por lo pronto escaso interés el criadero de cobre de que voy á tratar ahora, es, sin embargo, procedente hablar de él á continuación de los de Menorca, puesto que sus condiciones de yacimiento son semejantes, la especie mineralógica en él contenida es la misma que en aquéllos, y va acompañada también de vegetales fósiles; por otra parte, la geología de la comarca en que se encuentra, es sin duda alguna interesante, y no estará de más que me detenga algún tanto al hablar de ella.

En la carretera que une á Granada con Guadix, á unos 25 kilómetros de distancia de la capital, se encuentra una venta conocida por el nombre de «El Molinillo,» y como á 1 quilómetro al N. de esta venta se presentan unos yacimientos metalíferos, hace años registrados y conocidos en la comarca con el nombre de «Minas de El Molinillo,» por el lugar donde radican.

Corresponden al término de Huétor Santillán, y están situados á unos 300 m. de altitud, en una región quebrada y montañosa cruzada de E. á O. por el río Fardes, de corriente permanente é inmediato á la carretera. Circula allí el río por un profundo barranco que separa las estribaciones septentrionales de Sierra Nevada de las meridionales de la sierra Harana.

Las minas ocupan la vertiente S. de una serie de cerros que corren de E. á O. coronados por crestas calizas que se elevan hasta 1600 m. de altitud y á 400 m. sobre el río Fardes, la corriente del cual podría ser utilizada en fuerza motriz.

Las concesiones mineras ocupan espacio de 3200 m. de longitud por 700 de amplitud máxima. La importancia de estas minas estriba principalmente en un lecho de galena muy argentífera que en

ellas se encuentra; pero trataré de él incidentalmente, porque mi propósito ahora es sólo llamar la atención acerca del yacimiento cuprífero sedimentario que existe conjuntamente.

El cauce del río Fardes, en la zona del S. de las minas, está abierto en las rocas más antiguas de la comarca, que son pizarras arcillosas y areniscas más ó menos micáferas, en lechos delgados, de color gris ó rojo violáceo, y areniscas rojas, que la generalidad de los geólogos que han estudiado la región granadina consideran como pertenecientes al sistema cambriano.

Por la parte del S. del río, es decir, en su vertiente derecha, se presenta apoyada sobre los estratos cambrianos y con buzamiento meridional de pocos grados, una serie potente de capas calizas más ó menos magnesianas, en las que se encuentran algunos yacimientos de calamina y galena. Corresponden estas calizas á una faja que envuelve al terreno estratocristalino de Sierra Nevada, y se supone que representan la facies pelágica del terreno triásico medio.

En la vertiente izquierda del Fardes aparecen también las calizas en contacto con las pizarras cambrianas, pero no formando grandes masas, sino constituyendo dos series de bancos muy inclinados al N. y aun verticales, al parecer alternando con las rocas cambrianas. Si estas calizas corresponden á la misma edad que las de la derecha del río, es necesario admitir para explicar su alternación con las rocas cambrianas, la existencia de varias fallas dirigidas de E. á O.

Ya al entrar en las concesiones mineras, en el barranco de Bernabé, se observan entre las pizarras y areniscas rojo-violáceas dos asomos de espilita, roca hipogénica que vuelve á encontrarse repetidas veces y en gran distancia en dirección al E. y al O., de suerte que estos asomos de espilita vienen á formar un eje que corresponde á una línea de fractura, relacionada probablemente con los yacimientos metalíferos de las minas del Molinillo, desde el punto de vista del origen de su metalización.

Continuando desde el fondo del barranco de Bernabé y en dirección al N., se corta la serie de capas donde arman los criaderos metalíferos en cuestión, todas ellas con buzamiento septentrional.

Próximo á la espilita se presenta un banco de pudinga de cimento rojizo con elementos de cuarzo blanco; siguen á éste, en orden ascendente, pizarras y areniscas rojo-violáceas, en las que se intercala un filón-capa de baritina blanca con algunas pintas de sulfuro y carbonatos de cobre; sobre estas rocas descansan unos bancos de ca-

liza magnesiana cavernosa sobre los que se halla edificada la casa del Mojino; sigue á continuación una serie de margas grises, areniscas rojo-amarillentas, pizarras y arcillas pizarreñas que contienen interestratificado un yacimiento de galena muy argentífera, de espesor variable, en el que se presenta el mineral de plomo mezclado con arcilla, marga, baritina y cuarzo, y que, desde el punto de vista minero es, entre todos, el que ofrece mayor importancia. Por encima de esta zona, que en la localidad llaman de plomo negro, aparece otro horizonte de menor espesor donde se presenta la galena brillante mezclada con minerales de cobre; á corta distancia, sigue otra zona con pirita de cobre y carbonatos, y por fin, ya á más alto nivel estratigráfico, se ven unas capas de margas y areniscas amarillentas que contienen tallos vegetales de regular tamaño, en parte fosilizados en calcosina, conservando el resto la estructura fibrosa procedente del vegetal primitivo transformando después en carbón. En este mismo horizonte se encuentran diseminados unos nódulos de forma aproximadamente esférica de 5 á 20 milímetros de diámetro, constituídos también por el cobre vítreo, debidos probablemente á la concentración del mineral alrededor de núcleos orgánicos, y en la parte alta de la serie se presentan algunas vetas de yeso.

Por lo que se refiere á la edad del terreno en que arman los cobres sedimentarios, es casi seguro que corresponda á la época triásica, en facies lacustre; su separación de las calizas que forman la parte alta de la cordillera no está bien manifiesta, porque parecen concordantes, pero estas calizas son de edad muy distinta, pues parece ser que en ellas ha encontrado fósiles titónicos el ingeniero de minas, D. Joaquín Gonzalo Tarín.

Por otra parte, al pie de las escarpas calizas, por encima del cortijo de D. Juan de la Higuera, dentro de las concesiones mineras, se ven otros bancos calizos, poco inclinados, llenos de *Numulitas* y *Alveolinas*, los cuales fósiles demuestran que los depósitos eocenos penetraron hasta esta parte de la cuenca del río Fardes, de la misma manera que en otros parajes de Andalucía, donde, como observaron los Sres. Michel Levi y Bergeron en su estudio sobre la Serranía de Ronda [1], el mar numulítico penetró, según un gran número de golfos formados, ya por los pliegues sinclinales del suelo, ya por los va-

(1) BOL. COM. MAPA GEOL., tomo XVII, pág. 229. Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía en 25 de Diciembre de 1884.

lles ocasionados por las fallas en él producidas, viéndose, en consecuencia, que las hiladas numulíticas se internan en las muchas é intrincadas quiebras que presentan los depósitos jurásicos, los cuales forman á veces escarpas tajadas en cuyos pies se extiende la serie de capas numulíticas.

Volviendo ahora al yacimiento de cobre, objeto de esta nota, indicaré que el reconocimiento del horizonte en que se presenta, está reducido hasta ahora á un socavón y una labor pequeña sobre el criadero, del que se han extraído muchos tallos de vegetales de gran tamaño fosilizados en calcosina, aunque, como queda dicho, conservan en parte el tejido fibroso siquiera carbonizado, y también se han recogido bastantes nódulos esféricos de la misma especie mineralógica, con tamaño variable entre el de una avellana y el de una nuez. Ensayada una de las muestras de calcosina con carbón, que recogí en mi visita, dió el 59'76 por 100 de cobre metálico.

Es de notar que en el criadero del Molinillo no se ha presentado hasta ahora el lignito en forma de vetas carbonosas más ó menos extensas como en Menorca, sino en tallos sueltos; pero como el reconocimiento minero es muy incompleto, no es posible afirmar si llegarán á encontrarse los vegetales cupríferos acumulados en cantidad para formar capas. De todas suertes, el origen y modo de formación de los dos yacimientos, granadino y balear, son, á mi juicio, comparables y semejantes, aun cuando considerados industrialmente puedan diferir en mucho según resulten más ó menos abundantes en minerales de cobre.

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

UN SONDEO EN LINARES

(JAÉN)

Partiendo del hecho indudable de que en el distrito de Linares se extrae con las máquinas de las minas un mínimo de 25 á 30000 metros cúbicos de agua diarios, ocurre en seguida preguntar: «¿De dónde provienen estas aguas?»

Siendo rocas graníticas las de la zona principal donde arman los filones de la localidad, y constituyendo una gran masa que forma en la superficie extensa meseta, no cabe suponer que en lo interior de esta formación pétrea existan grandes depósitos *permanentes* de agua que supliesen para un gasto aproximadamente igual en una larga serie de años, hecho que allí se verifica según se ha podido comprobar en varias minas donde, salvo la diferencia de profundidad conquistada y los mayores huecos obtenidos, el trabajo efectivo de las máquinas viene siendo, un año con otro, casi uniforme.

No puede tampoco admitirse que el agua se acumule en los mismos filones, cual consecuencia de las filtraciones de los hidrometeoros, porque, en primer lugar, la media anual higrométrica es muy variable en el país y no guarda relación con la uniformidad del desagüe ya referido; y, en segundo lugar, porque conociendo la media anual de lluvia deducida del promedio de un quinquenio en el supuesto de que se filtrase en el terreno toda la caída (salvo las pérdidas de evaporación), resultaría una cantidad de agua para toda la zona mucho mayor que la anual extraída por las máquinas para colocar las minas en condiciones de ser explotadas con el desagüe hecho, lo que se comprende bien, pues las rocas del terreno son prácticamente impermeables; y si sólo se tiene en cuenta el área superficial correspondiente á los filones, como terrenos propiamente, y de hecho, permeables, entonces el agua depositada por las lluvias en semejante zona es muy inferior á la cantidad realmente extraída.

Es innecesario aducir cálculos detallados en corroboración de estos razonamientos; pero con lo sumariamente expuesto se colige cómo, sin alcanzar exactitudes matemáticas, puede afirmarse categóricamente que las aguas de las minas no se producen directamente en la zona ocupada por ellas, sino que provienen de otros terrenos más permeables que ocupan más amplia y elevada extensión y donde ora las lluvias, ora los deshielos y otros fenómenos meteorológicos, pueden fácilmente dar lugar á depósitos permanentes por su ordenada renovación, y originar así la transmisión uniforme de líquido á la zona minera gracias á la circunstancias propias de los filones que cruzan á aquélla.

Bien pronto se halla confirmación para esta teoría observando lo que ocurre en alguna de las minas situadas en los linderos de la meseta granítica de Linares y en contacto con los terrenos sedimentarios secundarios ó terciarios, es decir, el trías y el mioceno, que allí se superponen al granito.

La mina *La Tortilla*, situada en el extremo SO. de la meseta, abundantísima siempre en aguas, vió éstas crecer en cantidad tan abrumadora al acercarse con una de sus galerías al contacto de las formaciones sedimentarias, que, no bastando las potentes máquinas de Cornwall que tenía establecidas para el desagüe, hubo de aumentarlas, recientemente, con dos poderosas bombas de Worthington, las que extraen cerca de 7000 m. cúbicos de agua diarios. Un nuevo pozo á un km. de distancia próximamente de las antiguas labores y fuera ya de la vertical de los afloramientos del granito, se ha profundizado 112 m. dentro de las rocas sedimentarias antes de alcanzar la masa hipogénica, y de él solo, independientemente del trabajo de las bombas mencionadas, se extraen con una máquina horizontal cantidades de agua que varían entre 500 y 1000 m. cúbicos al día.

Adquirido el convencimiento de que no en el terreno de las minas, sino fuera de él, es donde ha de buscarse el origen de las aguas que de aquéllas se extraen, se comprende bien cuán interesante es la resolución del asunto, no sólo por su importancia científica, sino principalmente por las necesidades imperiosas que en el consumo de agua experimenta la ciudad de Linares, en la cual, por raro contraste, sobran la mayor parte de las aguas de las minas y faltan casi por completo las precisas para las inmediatas necesidades de los habitantes.

Teniendo en cuenta lo que se consigna, entre otras obras, en la de D. Juan Vilanova y Piera acerca de los *Pozos Artesianos*; en la titula-

da *Guide du sondeur*, de Degousée y Laurent; en el *Tratado de aguas y riegos*, de Llauradó, y en el *Handbuch der Tiefbohrkunde*, de Teck-lemburg, y analizando las hojas del Mapa geológico de España, correspondientes á la provincia de Jaen, pudo deducirse, con el auxilio de algún otro mapa incompleto, pero exacto, del distrito de Linares, y con observaciones personales de los terrenos y manantiales de la localidad, la afirmación de la idea de que podrían hallarse aguas artesianas, ó por lo menos, ascendentes y en cantidad muy bastante para atender á las demandas de la población, haciendo en ella un sondeo, siquiera fuese el proyecto en contra del parecer de la generalidad. Al efecto se comenzaron los trabajos á fines de Abril de 1899.

A robustecer la convicción dicha contribuía ver que los horizontes inferiores de los terrenos secundarios alcanzan la mayor altura de las montañas que como anfiteatros se extienden por el S. y SE. de Linares con una cota máxima de 2195 m. (Sierra de Mágina) y un promedio de 1000 á 1500 m. (Sierras de Albancher y Cazorla); y aun cuando formaciones más modernas afloran desde aquellas alturas para abajo, en las laderas de las dichas montañas, *siempre* se encuentran á nivel más alto sobre el del mar que la meseta de Linares.

De esto puede deducirse que si la estratificación de las capas no sufre interrupciones ó grandes dislocaciones en los 35 ó 40 km. de distancia que median entre Linares y las sierras antes nombradas, será posible hallar aguas artesianas ó surtidoras, si la cuenca de los terrenos secundarios avanza hasta el punto del sondeo, antes del contacto con el granito, y sólo ascendentes en el caso que esto no suceda. No era posible, pues, tener *seguridad* de descubrir aguas de salto, porque, dada la proximidad á que debe hallarse el granito en el punto del sondeo, es difícil que se puedan cruzar allí con la sonda una gran serie de estratos terciarios y secundarios. Sin embargo, como es desconocida la ley del buzamiento del granito en su contacto con el terciario en la mayor parte de la meseta de Linares, pudiera ser la inclinación tal y tan repentina en sus avances para formar la cuenca hidrológica del Guadalimar, que consintiese la existencia de bastantes capas triásicas de las que afloran á poca distancia de la ciudad, en posición estratigráfica inferior á la de las terciarias que por allí dominan, y siendo así, podrían encontrarse aguas verdaderamente artesianas.

Instalóse el sondeo al S. de la ciudad quilómetro y medio, poco

más ó menos, del centro de la misma y de la línea aparente en la superficie del contacto del terciario con el granito, línea muy bien definida que atraviesa Linares en dirección de NO. á SE.; y es muy probable que de haber hecho la instalación en la orilla del río Guadalimar á unos 150 m. por bajo del nivel del punto elegido, se hubiesen encontrado, desde luego, aguas surtidoras; pero se huyó deliberadamente de este sitio porque así nada se hubiera conseguido, teniendo entonces que elevar artificialmente las aguas, no sólo los 150 m. dichos, sino además en la altura bastante para recorrer los 4 ó 5 km. á que la cuenca del río se halla de la población, y esto hubiera hecho la empresa industrialmente imposible.

Empezado el sondeo, como se ha dicho, en fin de Abril de 1899, marchó perfectamente durante los meses de Mayo, Junio y Julio, habiéndose profundizado 80 m. con el trépano movido con cuerda, y se continuó con un aparato de caída libre, hasta los 110 m., á la cual hondura, y sin explicación satisfactoria, se quedó la barrena atrancada en tales términos que fueron inútiles cuantos esfuerzos se hicieron ó inventaron para extraerla durante los meses de Agosto, Septiembre y principios de Octubre; habiéndose intentado en este tiempo, por el jefe del sondeo, desprender el trépano usando la dinamita en el fondo del pozo, sin más resultado que destrozar la tubería de contención en tres secciones diferentes; contratiempo que originó grandes gastos y pérdida de tiempo para extraer los tubos rotos y reponerlos con otros nuevos. Compuesta al fin la tubería, y visto que la barrena resistía á todas las tentativas de extracción, se ha decidido paralizar el sondeo, tanto más cuanto que pueden utilizarse las aguas ascendentes obtenidas por la perforación.

Como puede verse por el siguiente cuadro de los terrenos atravesados con el sondeo, se ha conseguido el objeto primordial que se perseguía, pues quedan demostradas la regularidad de la estratificación de las capas y la deseada alternación de las permeables con las impermeables á distintas profundidades.

CUADRO de los terrenos atravesados con el sondeo y grueso de las capas cortadas.

	Metros.
Tierra vegetal	0'60
Gredas calcáreas	0'60 á 6'90
Marga amarilla	6'90 á 10'40
Marga amarillenta y verdosa acompañada con gredas	10'40 á 13'15
Arcilla verde arenosa	13'15 á 19'43
Arena verde acuífera	19'43 á 21'93
Arcilla verde compacta con nódulos gredosos	21'93 á 36'70
Gredas y arenas verdes acuíferas	36'70 á 38'50
Arcilla verde algo gredosa	38'50 á 53
Arcilla verde arenosa dura	53 á 60'50
Arcilla verde algo silícea	60'50 á 63
Arcilla verde arenosa	63 á 73'50
Arcilla verde muy compacta	73'50 á 79'50
Arcilla verde obscura muy compacta	79'50 á 83'50
Arcilla verde compacta y algo arenosa	83'50 á 88
Arcilla verde obscura muy dura	88 á 92'50
Arcilla plástica	92'50 á 99'20
Arcilla plástica y pirita de hierro	99'20 á 103
Arenas gruesas y gravas menudas de varios colores, trabajadas y transportadas por el agua	103 á 105'80
Arenas finas, grises y negras, acuíferas	105'80 á 106'50
Arenisca blanco-amarillenta y durísima	106'50 á 110

Del cuadro anterior se deduce estar comprobada la existencia de tres mantos acuíferos: el primero desde los 19m'43 de profundidad hasta á los 21m'93; el segundo desde los 36m'70 á 38m'50, y el tercero y más importante desde los 103 m. á los 106m'50.

No se ha hecho el aforo inmediato y exacto de las aguas ni la determinación de su fuerza ascensional, porque esto hubiera exigido una instalación de bombas que por el momento hubiera sido ó insuficiente ó excesiva, y en ambos casos inútil, ya que el primer propósito era bajar con el sondeo hasta el contacto con el granito ó, de permitirlo éste, hasta el nivel del río Guadalimar.

De que hay aguas ascendentes no cabe la menor duda, puesto que,

después de cortados varios mantos, el nivel acuífero se mantiene constante á 3 ó 4 m. por bajo de la superficie, y es claro que si la capa inferior no fuera ascendente, las superiores se hubiesen perdido en ella rebajándose el nivel de las aguas en el pozo.

Para juzgar de la abundancia de éstas basta tener presente (además de la altura de la columna dentro del tubo de sondeo) que, ensayadas las gravas y arenas de la última capa, resultan ser en su casi totalidad guijos de caliza, producto de arrastres por las aguas, y, como quiera que las calizas sólo afloran á la superficie al pie de la sierra, parece deducirse que el transporte de aquellas arenas y gravas se ha verificado por las corrientes en una distancia de 40 quilómetros y con gran importancia, pues así lo indica el espesor considerable del manto acuífero que sabemos tiene, en el punto de sondeo, tres metros y medio de potencia.

El agua es perfectamente potable, aun cuando al principio salía muy turbia por la gran mezcla de residuos y partículas de los terrenos atravesados con la sonda.

La falta de agua en Linares es tan grande, que aun después del contratiempo acaecido á la barrena del sondeo es necesario intentar por cualquier medio suministrar aguas potables á la ciudad; pero esto no significa que se renuncie á continuar el empeño iniciado, y si con lo hecho no hay bastante se tratará de abrir un nuevo sondeo, aislando los mantos acuíferos conocidos, y continuando la perforación hasta el contacto con el granito, no sólo para ver si en efecto hay aguas surgientes á la superficie, sino para adquirir el conocimiento geológico de los terrenos superpuestos á las rocas graníticas, empresa que no dejará de tener gran interés científico relacionado con la formación y desarrollo de los filones en el distrito de Linares.

Antes, sin embargo, de empezar un nuevo sondeo se ha pensado en utilizar las aguas obtenidas con el primero, y al efecto se colocó en el pozo una bomba de aire comprimido que con sus accesorios correspondientes puede extraer hasta 1200 m. cúbicos diarios, con un motor de 25 caballos.

Las pruebas hechas con gran cuidado y durante muchos días han dado los siguientes resultados:

1.° La cantidad de agua descubierta es considerable, pues según el promedio de los aforos hechos no baja, á pesar de las irregularidades de la bomba de extracción, de un mínimo de 1000 m. cúbicos diarios, y es claro que, si las irregularidades y pérdidas del apa-

rato de extracción se evitan, podrá contarse con un caudal de 1200 m. cúbicos por día, como producto mínimo del sondeo.

2.° Está comprobada la existencia de aguas ascendentes, pues cualquiera que sea el descenso del nivel que se obtenga con la máquina de extracción, en poco tiempo vuelve el nivel del líquido al punto en que primero estaba, y la subida del agua en el tubo de sondeo es tanto más rápida cuanto mayor ha sido el desnivel obtenido.

3.° De las tres capas ó zonas acuíferas cortadas en el pozo, la primera (de los 19m'45 á los 21m'95) es estática y poco abundante, puesto que al breve rato de funcionar la bomba de extracción, desciende el agua en el sondeo por bajo del nivel de la zona.

La segunda capa (de los 36m'70 á los 38m'50), aunque de más importancia, es también un manto que se agota tras pocas horas de extracción, pues la baja de desnivel alcanzado con la bomba ha llegado á ser de 41 m. incluyendo el espacio libre de 3 á 4 m. que hay siempre junto á la superficie dentro del tubo de sondeo.

La última capa acuífera (de los 105 m. á los 106m'50) es importantísima y ascendente en grado extraordinario, y á no existir sobre ella la gravitación de los otros dos mantos estáticos, es posible que las aguas surgiesen á la superficie, resultando verdaderamente artesianas.

4.° Esto es tanto más posible, cuanto que en la actualidad no tienen las aguas acceso enteramente libre en el taladro, pues sólo hay á la profundidad de los manantiales unos agujeros de diámetro pequeño hechos en los tubos del sondeo, por donde penetra el líquido con cierta dificultad y pérdida de fuerza ascensional por los rozamientos en los mismos agujeros, obstruidos, en parte, con las arenas y gravas que sin cesar afluyen de los mantos acuíferos.

5.° Las pruebas han demostrado también que el caudal alumbrado es casi inagotable dentro de las circunstancias del sondeo, referentes al diámetro y profundidad, y para los efectos prácticos de surtir de aguas potables la ciudad de Linares en sus más perentorias necesidades puede estimarse el éxito como asegurado.

6.° Es evidente, en vista de todo, que existe un copioso manto acuífero en la unión del terciario con la arenisca triásica, y así adquieren cada vez mayor fuerza las esperanzas cifradas en el resultado de una perforación que llegase á alcanzar el contacto de la dicha arenisca triásica con el granito, tanto más cuando que sabemos que

en semejante zona es donde se han encontrado las aguas más abundantes en varias minas en explotación.

7.° La calidad de las aguas del pozo artesiano es muy satisfactoria, pues según un ensayo hecho en Agosto de 1900 por el Doctor D. J. Jiménez Acosta, sólo acusan 14° hidrotimétricos, mientras que tienen 22° del mismo aparato los manantiales de que en la actualidad se surte la ciudad.

Tales son los principales datos geológicos é industriales del sondeo practicado en Linares á nuestra costa y por nuestra iniciativa.

GUILLERMO ENGLISH.

Linares, Septiembre 1901.

SONDEO DE VALVERDE

(CIUDAD REAL)

A fines de 1899, en la aldea de Valverde, dependiente de Ciudad Real, sita al O. de aquella capital y muy cerca del Guadiana, se abrió un pozo destinado á establecer una noria, casi tocando á las casas del pueblo, en el cual, y á poca profundidad, se tropezó con una serie de capas de arcillas blanquecinas algo pizarreñas y con manchas carbonosas bien manifiestas.

Esta circunstancia llamó la atención de algunas personas, entre ellas el ilustrado médico del pueblo, D. Alejandro Colás, y recordando lo acaecido en Puertollano aún no hace muchos años, hizo pensar en que tal vez se encontrase en la localidad una formación hullera á no muy gran profundidad bajo la superficie, y con objeto de hacer las investigaciones debidas se formó una Sociedad que registró una concesión minera para así asegurar los derechos de prioridad.

Las esperanzas parecían bien fundadas, pues desde las estribaciones occidentales de la Sierra de Alarcos y las orientales de los serrijones de Alcolea hay hasta el Guadiana una dilatada cuenca donde las rocas silurianas forman el contorno, y en el ámbito entre rocas cuaternarias se ven varios asomos de basalto, circunstancias concordantes con las que existen en Puertollano.

Hecho el registro minero, se comenzó en el otoño de 1900 un pozo cerca de la carretera de Piedrabuena, y se cortaron las rocas siguientes con los espesores que respectivamente se señalan:

Número.		Metros.
1	Terreno laborable	0'40
2	Arenisca arcillosa, gris obscura, de elementos menudos, producto de la desagregación de los basaltos. Es la misma roca que se ve en los cortes de la carretera	1'80
3	Areniscas de color amarillento, y entre ellas algunas arcillas ocráceas con granos y guijarrillos silíceos	13'20
4	Capa de arcilla arenosa ó greda muy compacta y de color gris obscuro	0'42
5	Capa de greda ferruginosa	0'16
6	Arcilla figulina amarilla	0'50
7	Arcilla de color verde obscuro algo pizarreña	2'40
8	Greda amarillenta	1'60
9	Margas arenosas carbonosas y á veces con pirita de hierro, en capas cada vez más obscuras	6'00
10	Arenisca de grano grueso gris amarillenta	0'10
11	Arcilla carbonosa	0'80
12	Aglomerado constituído, casi exclusivamente, por restos de vegetales dicotiledones, principalmente hojas, en que aún se ve la clorofila. Es un caso de formación turbosa sumamente extraño, y de que no se conoce hoy otro ejemplo por el estado de conservación de los detritos orgánicos	0'15
13	Zona de limo ó cieno fangoso	0'30
14	Gredas de color de ceniza, entre las que suelen hallarse algunos guijos sueltos	6'40
	TOTAL	34'23

Las aguas que con gran abundancia afluían á este pozo y la poca consistencia de las rocas en que se había abierto, provocaron grandes hundimientos que apenas pudieron contenerse con fuerte entibación, y por ello, desistiendo de continuar los trabajos en la forma con que se hacían, se pensó en establecer un sondeo con un aparato á propósito.

Así se hizo, y el taladro se comenzó en la primavera de 1901 á unos 30 metros á poniente del primer pozo, y se cortaron las rocas

siguientes hasta llegar á la profundidad de 66^{m}'30 en que se suspendieron los trabajos por haberse atorado el taladro á pesar del entubado que se había establecido:

Número.		Metros.
1	Tierra vegetal	0'60
2	Areniscas y gredas rojizas	14'30
3	Arcillas obscuras en que abundan las hojas semi-carbonizadas de que ya se ha hecho mérito	12'90
4	Gredas blancas	8'70
5	Arcillas obscuras	0'70
6	Marga pizarreña	0'50
7	Gredas y arcillas alternando con ligeras capas de marga endurecida y cantos sueltos de cuarzo y caliza.	19'40
8	Zona de guijos sueltos	2'00
9	Arcillas con guijarros de cuarcita muy dura	7'20
	TOTAL	66'50

Después del fracaso del primer sondeo se comenzó otro nuevo al mediodía del primero, más hacia el centro de la cuenca, y las rocas que se cortaron con el trépano de diamante fueron las siguientes:

Número.		Metros.
1	Tierra vegetal con algunos cantos de basalto	2'80
2	Arena gruesa con chinas basálticas	1'50
3	Greda blanca	16'90
4	Arcillas obscuras con guijos calizos y cuarzosos	9'95
5	Arenas y cantos con lajas de caliza dura	2'15
6	Caliza muy dura y fosilífera	14'60
7	Arenisca rojiza mezclada con greda gris y alguna pirita de hierro en la arenisca	3'20
8	Maciño amarillento con algunos cantos sueltos en las capas inferiores	28'70
9	Maciño de grano muy fino con algún guijarrillo	4'90
10	Gonfolita de elementos no muy voluminosos	4'40
11	Idem de gruesos guijarros	0'70
12	Cuarcita muy dura y resistente	1'50
13	Grauvaca gris con litoclasas ferruginosas	4'90
	TOTAL	96'20

A esta profundidad se suspendió el segundo sondeo.

Analizando los resultados del último sondeo y comparándolos con los obtenidos en los pozos primeramente abiertos, se ve pronto que las rocas señaladas con los números 1 al 4 corresponden al terreno cuaternario; son terciarias, las comprendidas desde el 5 al 11, correspondiendo las 5 y 6 á la zona de las calizas miocenas, y las restantes al grupo de los maciños y gonfolitas de la base de la misma formación terciaria; por fin, los números 12 y 13 son materiales silurianos de los mismos que se alzan todo alrededor de la cuenca, donde así queda demostrado que no existe el terreno carbonífero.

Se ha desistido, pues, de toda tentativa ulterior, y se han abandonado los registros mineros que se habían hecho en la localidad, donde tantas esperanzas racionalmente se habían fundado.

Los datos que anteceden nos los ha suministrado en gran parte el Sr. D. Alejandro Colás, que ya hemos citado al principio de esta Nota, y otros son producto de nuestras observaciones propias.

CASIMIRO CUBLLO.

Alcolea de Calatrava, Agosto de 1901.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

POR

D. GABRIEL PUIG Y LARRAZ

INGENIERO DE MINAS

1899

853 ALMERA (DR. D. JAIME) y BOFILL (D. ARTURO).—*El accidente de la mina «Talia» de Mazarrón.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 63-64.

854 —— *Réunion extraordinaire de la Société géologique à Barcelone (Espagne)* (Reunión extraordinaria de la Sociedad geológica de Francia en Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 661 á 900 [caja 170 mm. × 105 mm.]

855 ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.*—MEMORIAS DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, III: BARCELONA, 1898 (publicado en 1899), págs. 359 á 369, con cinco láminas cromolitografiadas (Pegmatita envolviendo al granito.—Granulito del Tibidabo.—Pórfido cuarcífero de cerca de Martorell.—Microgranulito del Fondo de Belén (San Gervasio).—Pórfido cuarcífero del Tibidabo.—Pórfido petrosilíceo de Sant Andreu de la Barca, cortando las pizarras.—Porfirita diorítica-micáfera, al SO. de Martorell.—Porfirita de Sarriá.—Porfirita diorítica, entre Molins de Rey y San Feliu, cortando las pizarras.—Diabasa

de Papiol).—El mismo trabajo en extracto y sin las láminas se ha insertado en el BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 831 á 839.

Sumario: Granito normal del litoral de la provincia de Barcelona. —Pegmatita de Bonanova y Belén (Barcelona) y del Monseny.—Granulita del Tibidabo, del Monseny, de Papiol y de Vallvidrera.—Opinión del Dr. Almera, acerca de la edad terciaria de la granulita de Papiol.—Sienita de Vallensana y Santa Coloma de Gramanet.—Diabasas tránsito á sienita del barranco de Santa Creu.—Microgranulitas y pórfidos cuarcíferos del Tibidabo, del Monseny, del Congost de Martorell, de Sant Andreu de la Barca, del Pi deu Vals, de San Andrés del Palomar y de Pedralbes.—Pórfidos sieníticos de Vallvidrera, del Tibidabo y San Gervasio.—Dioritas del Tibidabo, del SO. de Martorell, de la *Font Groga* y de Vallvidrera.—Epidioritas del Papiol. —Diabasas de Santa Creu de Olorde y Molins de Rey, del Puig Rodó, de los alrededores de Vallvidrera y de Papiol.—Porfiritas al E. del río Besós, del Barranco de Belén; porfiritas dioríticas de Molins de Rey y del SO. de Martorell.—Porfiritas diabásicas de Santa Creu de Olorde y de Papiol.

856 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte-rendu de l'excursion du 28 Septembre à Sans et à Montjuich* (Relato de la excursión del 28 de Septiembre á Sans y á Montjuich).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 680 á 689 [caja 104 mm. × 167 mm.], con dos grabados en el texto (1. Corte del acantilado SO. de Montjuich.—2. Acantilado litoral de la colina de Montjuich).

Sumario: Cuaternario del llano de Barcelona.—Margas arenosas del astense en Hostafranchs.—Astense marino fosilífero de Sans.—Fósiles encontrados.—Serie de hiladas que se observan en el Montjuich, según los Sres. Maureta y Thós.—Lista de los fósiles hallados en el mismo.—Descripción de la falla vertical que existe del lado del mar.—Capas que constituyen el acantilado litoral de la montaña.—Canteras de arenisca cuarcífera.—Fenómenos debidos á la acción metamorfoseadora.

857 —— *Compte-rendu de l'excursion du jeudi 29 Septembre à Olesa, La Puda et à Montserrat* (Relato de la excursión del jueves 29 de Septiembre á Olesa, La Puda y Montserrat).—BULL. DE LA SOC.

GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 690 á 710 [caja 104 mm. × 167 mm.], con nueve grabados en el texto (Bosquejo geológico de la comarca «El Bajo Vallés,» escala 1 : 500000.—Disposición que presentan las capas en la vaguada del río Llobregat entre La Puda y El Cairat.—Corte de la vertiente derecha al río Llobregat.—Corte de la vertiente izquierda al río Llobregat en la Puda.—Corte tomado entre Collbató y la montaña de Montserrat.—Corte transversal de la vaguada del río Llobregat en El Cairat.—Corte de la montaña de Montserrat desde Monistrol al Pico de San Jerónimo).

Sumario: Pontiense continental del Vallés.—Lehm cuaternario de Sardanyola.—Fósiles encontrados.—Pizarras paleozóicas de Olesa.—Serie triásica de Olesa á Monistrol.—Caliza con *Ceratites*.—Carniolas del *Keuper*.—Capas eocenas con *Bulimus gerundensis*.—Paleozóico de Olesa á La Puda.—Pontiense de Esparraguera.—Pudingas, calizas y margas triásicas de La Puda.—Análisis de las aguas.—Dislocaciones de las capas triásicas en El Cairat.—Serie de capas observadas desde La Puda al Cairat, y en el camino de Esparraguera á Monistrol.—Deducciones geológicas y dinámicas.—Corte del barranco de la Salud.—Terciario inferior de Monistrol.—Fósiles hallados.—Constitución geológica del Montserrat.—El conglomerado numulítico.—Hipótesis acerca de la procedencia de los materiales que le constituyen.—Extensión superficial que abarcan en la región catalana.—Isleos de capas calizas en el conglomerado.—Datos oreogénicos.—Edad de las capas del Montserrat.—Al final de este trabajo se consignan breves observaciones de los Sres. Depéret, Dollfus, Carez, Gaudry, Stuart-Menteath y Vidal, respecto á las diversas cuestiones que se tratan en él.

858 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte rendu de l'excursion du samedi 1er Octobre à Montcada et à Sardanyola* (Relato de la excursión el sábado 1.° de Octubre á Moncada y Sardañola).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1889), págs. 732 á 741 [caja 105 mm. × 170 mm.], con dos grabados en el texto (Corte del pico de Moncada.—Corte de la vertiente N. de la colina de Moncada).

Sumario: Pizarras maclíferas de Moncada.—Pizarras ampelíticas con grafito y pirita ferrífera de la *Font Pudenta*.—Grauvacas con *Orthis* y Cystídeas (Fauna de Caradoc).—Calizas con *Graptolites* del

siluriano superior.—Pizarras rojas fosilíferas, referidas por el señor Barrois al devoniano.—Caliza dolomítica de la cima de la colina de Moncada.—Comparación de los anticlinales de Moncada y del Tibidabo.—Resumen geológico.—Caverna desaparecida de Moncada.—Cuaternario de Sardañola.—Afloramiento mioceno fosilífero de la torre Girall.—Caliza brechoide de la cantera de Canaletas.—Fósiles encontrados en las capas margosas y caliza grosera con *Cerithium pictum* y en el depósito brechoide inferior.—Montículo de pontiense con *Hiparion gracile* y *Mastodon longirostris*.—Depósitos marinos del Más Rampinyó, cerca de Moncada, y fósiles hallados.

859 (Almera Dr. D. Jaime).—*Compte-rendu des excursions du dimanche 2 Octobre à Gracia et le Coll* (*Horta*) *et du lundi 3 à Vallcarca, au Tibidabo et à Esplugas* (Relato de las excursiones del domingo 2 de Octubre á Gracia y el Coll (Horta), y del lunes 3 á Vallcarca, al Tibidabo y á Esplugas).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 742 á 763 [caja 105 mm. × 170 mm.], con cuatro grabados en el texto (Corte del cerro Falcó al cerro Mora.—Corte desde Vallcarca á la cima del Tibidabo.—Corte de la vertiente izquierda al torrente Pujalde Esplugas.—Límites del mar plioceno en los alrededores de Barcelona y en la cuenca inferior del río Llobregat. En escala de 1 : 200000).

Sumario: Travertino cuaternario y plioceno marino de Gracia.—Granito al N. de la población de Gracia.—Grauvaca del Culm.—Calizas dolomíticas con restos de *Encrinus*.—Arcillas pizarreñas con mineral de hierro.—Riñones de ampelita.—Grauvacas del siluriano inferior.—Fósiles hallados.—Pizarras arcillosas silurianas de la collada del Carmelo (*Portell del Coll*) y dolomía brechiforme.—Dolomías y calizas de la colina Mora.—Datos estratigráficos de la misma y fósiles que se encuentran.—Isleo del trias inferior cerca de la capilla del Coll (*Font Rubiá*).—Relaciones entre las calizas carboníferas y las capas devonianas.—Extensión y fósiles vegetales del carbonífero.—Carbonífero de Vallcarca.—Paleozóico infra-carbonífero.—Caliza metamorfoseada y pórfido cuarcífero en contacto con el granito del Tibidabo.—Limo cuaternario de Bonanova.—Fenómenos que presentan las rocas en las vertientes del Tibidabo, debidos á una acción metamorfoseadora.—Sistemas á que probablemente pertenecerían las capas alteradas.—Rocas hipogénicas.—Plioceno de Esplugas.—Lista de los fósiles encontrados.—Observaciones relativas á la

fauna y la flora del plioceno medio.—Origen de la flora del plioceno medio.

860 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte-rendu de l'excursion du mardi 4 Octobre à Castellbisbal et à Papiol* (Relato de la excursión del martes 4 de Octubre á Castellbisbal y á Papiol).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 766 á 788 [caja 105 mm. × 170 mm.], con cinco grabados en el texto (Corte general según la vaguada del río Llobregat, ribera izquierda (de las casas del Riu á Cornellá).—Corte de las capas con congerias de la colina Gatxarella de Castellbisbal.—Corte del cerro de las *Escletjas* en Papiol.—Corte de las capas ordovicenses y devonianas de Papiol.—Corte de la colina de Papiol).

861 —— *Compte rendu de l'excursion du mercredi 5 Octobre à Gavá, Brugués, Begas et Vallirana* (Relato de la excursión del miércoles 5 de Octubre á Gavá, Brugués, Begas y Vallirana).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 789 á 800 [caja 105 mm. × 170 mm.], con seis grabados en el texto (Corte según una trinchera de la carretera en los alrededores de Brugués.—Otro corte según otra trinchera en paraje inmediato al anterior.—Corte de la colina de San Miguel de Aramprunyá.—Vista del acantilado triásico desde Aramprunyá á Begas.—Corte desde el *Puig de las Agullas* á *Can Planas* (trías y cretáceo).—Corte transversal del valle de Vallirana).

Sumario: Astense marino á un quilómetro de Sans.—Delta del río Llobregat.—Aguas artesianas.—Moluscos marinos del plioceno superior.—Trías de Castelldefels.—Pizarras paleozóicas y calizas brechoides de Gavá.—Pizarras ferríferas de la ermita de Brugués.—Pizarras con graptolitos.—Fauna de las pizarras y calizas.—Trías de Brugués.—Serie triásica desde Brugués á Begas.—Urgonense de Montau.—Valle de Vallirana.—Pizarras silurianas con graptolitos y arcillas cuaternarias de Cervelló.—Montaña de Santa Creu.—Plioceno del río Llobregat.

862 —— *Compte-rendu de l'excursion du jeudi 6 Octobre à Castelldefels et costas de Garraf* (Relato de la excursión del jueves 6 de Octubre á Castelldefels y costas de Garraf).—BULL. DE LA SOC. GÉO-

LOGIQUE DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 801 á 811 [caja 105 mm. × 170 mm.], con dos grabados en el texto (Corte de Torre Barona á Peña Escorxada.—Corte general de los acantilados de Garraf).

863 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte-rendu de l'excursion du vendredi 7 Octobre aux environs de Vilanova et de Villafranca* (Relato de la excursión del viernes 7 de Octubre por los alrededores de Vilanova y de Villafranca del Panadés).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), páginas 812 á 821 [caja 105 mm. × 170 mm.], con grabados en el texto (Corte de la cuenca terciaria de Vilanova.—Corte del torrente *dels Monjos* y de la cuenca del Panadés).

Sumario: Breves datos referentes á la geografía física de la cuenca miocena de Vilanova.—Infracretáceo de la colina del Faro.—Urgonense y cuaternario de Can Solicrup.—Tortonense marino.—Fósiles encontrados.—Lechos margosos del llano.—Capa con *Potamides* del Pontense.—Límites de esta última formación.—Aptense del *Alt de San Joan* de Canyellas.—Cuaternario de Canyellas.—Tramos mediterránicos.—Aptense y Burdigalense.—Calizas fosilíferas de San Miguel de Olérdula.—Rocas que marcan la ribera del mar burdigalense.—Diferentes tramos que se hallan entre el *Más de la Vall* y Los *Monjos*.—Calizas margosas, torrente Corral Rossell.—Capas ammonitíferas.—Margas de Orbitolinas.—Pudingas de San Llorens.—Conglomerado del *Más Emborná*.—Santa Margarita dels Monjos. Fósiles.—Helveciense del riachuelo de Foix.

864 —— *Compte-rendu de l'excursion du samedi 8 Octobre à Castellvi de la Marca, au Vallon de San Pau d'Ordal et à San Sadurni de Noya* (Relato de la excursión del sábado 8 de Octubre á Castellví de la Marca, al vallejo de San Pau de Ordal y á San Sadurní de Noyá).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 840 á 851 [caja 105 mm. × 170 mm.], con un grabado en el texto [Corte general de los terrenos terciarios de Cantallops (San Pau de Ordal) al arroyo Laberno (San Sadurní de Noyá)].

Sumario: Tortoniense (Sarmaticense) de Monjos.—Pontense des de Monjos al más de Almunia.—Fósiles hallados en estas capas y en su depósito salobre.—Barranco de Marmellá (Infra-cretáceo).—Ro-

cas y fósiles del aptense.—Fósiles hallados en el vallejo de San Pau de Ordal.—Cuaternario.

865 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Nota referente al descubrimiento en las capas calizas del acantilado de Foix de una fáunula del Muschelkalk y encima de la Llacuna, junto á Ca 'n Rocamora de San Martín de Brufaganya, una fauna litoral del Keuper.*—BOLETÍN DE LA REAL ACAD. DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, I: BARCELONA, 1899, pág. 520.

866 —— *Nota paleontológica acerca de restos de «Elephas primigenius, Mastodon longirostris» y «Acerotharium lamanense» encontrados en Cataluña.*—BOLETÍN DE LA REAL ACAD. DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, I: BARCELONA, 1899, págs. 517 á 518.

867 ALONSO (D. RAMÓN).—*Los minerales de manganeso de la provincia de Huelva.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 57 á 59, 78 á 85, 117 y 118.

868 ANGELIS D'OSSAT (DR. D. JOAQUÍN).—*Los primeros antozoos y briozoos miocénicos recogidos en Cataluña.* Monografía vertida al español del manuscrito original latino por el canónigo DR. D. JAIME ALMERA: BARCELONA, 1898. Folleto de 31 págs. [caja 187 mm. × 127 mm.] Publicado como Memoria aparte por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1899.

869 BARRAS DE ARAGÓN (D. FRANCISCO DE LAS).—*Cráneo antiguo encontrado en Valdemiranda (Palencia).*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 141 á 144 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Procede este cráneo de un cementerio descubierto el año 1898 en término de Herrera de Río Pisuerga, constituido por unas 30 ó 40 sepulturas cuneiformes, formadas por grandes piedras, de las que dos ó tres, agujereadas en su centro, constituían las cubiertas. El dueño del terreno en que se verificó el hallazgo aprovechó las piedras y enterró los restos humanos, de los que sólo se pudieron salvar unos cuantos que regaló al Instituto de Palencia el Sr. Zurita.

El estudio del Sr. Barras se refiere á las fórmulas de la dentición,

los índices, curvas principales y otras medidas craneanas, y á hacer constar que medidos los huesos largos acusan en algunos individuos una talla de más de $1^{m},650$.

870 BARROIS (SR. CHARLES).—*Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne)* (Nuevas observaciones acerca de la fauna siluriana de los alrededores de Barcelona). —ANNALES DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, XXVII: LILLE, 1898, págs. 180 á 183. || BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 829 á 830.

Sumario: Graptolites característicos del tramo de Wenlock.—(Trilobites) (especies nuevas) hallados en las pizarras purpúreas de Papiol.

871 BERGERON (SR. J.)—*Deux arguments sur l'âge tertiaire de la granulite de Papiol* (Probabilidades de que sea terciaria la granulita de Papiol).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 822.

872 —— *Note sur les terrains paléozoiques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Languedoc)* (Nota acerca de los terrenos paleozóicos de los alrededores de Barcelona, y comparación con los de la *Montagne Noire)* (Languedoc).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE (XXVI): PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 867 á 875 [caja 105 mm. × 170 mm.]

Sumario: Situación de los terrenos paleozóicos.—Serie metamorfoseada correspondiente con toda probabilidad al Cambriano y á la base del *Ordovicense.—Ordovicense* y *Gothlandense.*—Devoniano.—Carbonífero.—Pliegues hercinenses.—Comparación entre las masas de sistemas antiguos de Cataluña y los de la *Montagne Noire.*

873 BOFILL Y POCH (D. ARTURO).—*Indicaciones sobre algunos fósiles de la caliza basta blanca de Muro, isla de Mallorca.*—MEMORIAS DE LA REAL ACAD. DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, II: BARCELONA, 1899, Memoria núm. XXI, págs. 391 á 413 [caja 187 mm. × 127 mm.]

Sumario: Consideraciones generales y datos bibliográficos.—Ejemplares estudiados: PECES. Familia Lamnidæ: *Oxyrrhina, Lamna*

Carcharodon megalodon, Agassiz. Familia Carcharidæ: *Prionodon?*—MOLUSCOS: *Strombus Bonellii*, A. Brongniart; *Triton nodiferus?*, Lamarck; *Cassis mamillaris*, Grateloup; *C. saburon*, Lamarck; *Cassidaria echinofora*, Lamarck, var. *tyrrhena; Pynula cornuta*, Agassiz; *Ficula condita*, Brongniart; *Ancilla glandiformis*, Lamarck; *Conus Mercati*, Brocchi; *C. Aldovrandi?*, Brocchi; *C. Tarbellianus*, Grateloup; *C. ventricosus*, Bronn, var. *minor*; *C. maculosus*, Grateloup; *Natica Josephinia*, Risso; *Turritella cathedralis*, Bronn; *T. gradata*, Menke; *Xenophora Peroni?*, Locard; *Trochus patulus*, Brocchi; *Capulus sulcosus*, Brocchi; *Dentalium Bousi*, Deshayes; *Haminea navicula*, Da Costa, var. *globosa*, Jeffreys; *Ostrea gingensis*, Schlotheim; *Pecten* sp. gr. *burdigalensis*, Lamarck; *Pectunculus pilosus*, Linneo; *Lithodomus lithophagus*, Linneo, var. *attenuatus*, Locard; *Cardium discrepans*, Basterot; *C. Danubianum*, Mayer; *C. edule*, Linneo; *Cardium* sp. *Lucina miocenica*, Michelotti; *L. columbella*, Lamarck; *Crassatella* sp. *Cardita* cfr. *Partschi*, Goldfuss; *Venus umbonaria*, Lamarck, var. *balearica*, Nob; *Cytherea pedemontana*, Agassiz; *Cy. pedemontana*, Agassiz, var. *maxima*, Nob; *Tellina lacunosa*, Chemnitz; *T. ventricosa*, Marcel de Serres; *T. planata*, Linneo; *Psammobia uniradiata*, Brocchi; *Clavagella cristata*, Lamarck.—EQUINODERMOS. Clypeaster.

Abunda en esta fauna los restos de peces, sobre todo de Escualos, numerosos moluscos perforantes y equinodermos del género Clypeaster, resultando del conjunto un aspecto litoral.—El tramo no puede precisarse, aun cuando el Sr. Bofill cree que por comparación con los depósitos similares de Cataluña, debe incluírsela en el segundo piso mediterráneo del mioceno.

874 BOFILL Y POCH (D. ARTURO).—*Sur le trias à Cératites et sur l'éocene inferieur de la gare d'Olesa (Barcelone)* (Acerca del trías con *ceratites* y del eoceno inferior de la estación del ferrocarril de Olesa, provincia de Barcelona).—BULL. DE LA. SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARIS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), páginas 826 á 829 [caja 105 mm. × 170 mm.], con un grabado en el texto (Corte del trías en la estación de Olesa).

875 BOLÍVAR (D. IGNACIO).—*Fragmento de meteorito encontrado en los alrededores de Gerona.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 29 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Fué hallado por D. Manuel Cazurro en el sitio llamado «La Pólvora;» corresponde al grupo de los esporosideros-oligosideros, y pesa 162 gramos.

876 Boscá y Casanoves (D. Eduardo).—*El meteorito de Quesa (Valencia).*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, páginas 53 á 56 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Caída del meteorito (á las 9ʰ de la noche (21ʰ) del 1.° de Agosto de 1898): fenómenos que la acompañaron.—Caracteres físicos: 10,670 gr. de peso, forma irregular; el exterior cubierto de una costra negra; densidad: 6,48.—Composición química (análisis del Dr. Pesel, de Valencia):

Hierro metálico	79,07	Superficie del meteorito.
Níquel metálico	17,95	
Oxígeno de la parte de óxido ferroso-férrico, que contiene	2,98	
Cobalto, manganeso y otros cuerpos	Indicios	
Hierro metálico	81,35	Interior del meteorito.
Níquel metálico	18,35	
Indicios varios	0,30	

Clasificación: grupo de la ataxita.

877 —— *Noticias sobre una colección paleontológica regalada al Excmo. Ayuntamiento de Valencia.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 82 á 90 [caja 100 mm. × 180 mm.]

La colección ha sido regalada por los Sres. D. José Rodrigo Botet y D. Enrique de Carles, y está compuesta de huesos fósiles de varias especies extinguidas de mamíferos, recogidas por el último de estos señores en las Pampas de la República Argentina. Los más principales son los siguientes: Esqueleto armable, en muy buen estado de conservación, de *Megatherium*, Cuv., y grandes fragmentos de otro de mayores dimensiones. Un ejemplar de *Mylodon*, Owen, al que le falta la calavera, aun cuando se conservan algunas muelas. Dos individuos bastante completos, y muchas piezas de otros de *Scelidotherium*, Owen. Dos corazas y la cola completa de *Glyptodon*, Owen. Tres esqueletos con su coraza de *Hoplophorus*, Lund. Restos de *Dœdicurus*, Burm. Esqueleto de *Eutatus*, Gerv. Restos de *Equus*, L.; de *Machrauchenia*, Owen, y de *Cervus*, L. Un colmillo de *Mastodon Humboldti*, Cuv. Una calavera de *Toxodon* con cuatro muelas de los

maxilares superiores. Varios cráneos de *Typotherium*, Brav. Restos de *Arctotherium*, Brav., y *Machairodus*, Kaup. Y un esqueleto del género *Homo*, L., que presenta particularidades muy curiosas.

878 CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Columbretes y Alboran*, por el SEÑOR ARCHIDUQUE LUIS SALVADOR. (Artículo bibliográfico.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 94 á 96 [caja 100 mm. × 180 mm.]

879 —— *Examen de algunas rocas cristalinas de la provincia de Córdoba, recogidas por D. Lucas Mallada.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 147 á 154 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Granito. Ejemplar de aspecto gneísico, debido á que los cuarzos están triturados y colocados según líneas rectas, y que existen en él formaciones cloríticas de origen secundario en fajas prolongadas.—Sienita del Piconcillo formada de anfíbol y ortosa predominante, y como accesorios hierros magnético y titanífero, cuarzo y epidota.—Pórfidos: *rojos* de Los Aviones y Villanueva del Rey; *cuarcíferos* del Castillo de Almodóvar, Bélmez y la Cañada del Gamo; micro-cristalinos de los Pedroches y El Viso; *pegmatíticos* de Piconcillo y Monte-Ovejuna; *epidotíferos* de la dehesa de Barreras (Posadas); *feldespáticos* de San Jerónimo; *estratiformes* de Almodóvar.—Diabasas: de *textura cristalina* de La Cardenchosa, Santa María y Hornachuelos; *porfídica* de Fuente-Ovejuna; la denomina porfídica el Sr. Calderón, porque en su formación se distinguen, en sus secciones delgadas sometidas al microscopio, dos períodos: uno el de la génesis de los elementos macro-cristalinos, y otro el de producción de los restantes minerales de la roca, que se adosaron á aquéllas.—Eufótida: San Calixto, Villaviciosa y Tres Mojones.—Ofita: entre Benamejí y Jauja.

880 —— *Noticia bibliográfica acerca de la «Morphométrie de Ténériffe,»* por JEAN DE WINDT.—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 216 á 217 [caja 100 mm. × 180 mm.]

881 —— *Noticia bibliográfica acerca del trabajo del Sr. E. Cohen intitulado: «Ueber das Meteoresen von Quesa, provinz Valencia Spanien.»*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, páginas 217 á 218 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Según el Sr. Cohen, el meteorito en cuestión es una octaedrita normal, y su composición es la siguiente:

$$Fe = 88,75$$
$$Ni + Co = 10,85$$
$$P = 0,15$$
$$99,75$$

882 CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Noticia bibliográfica acerca de la nota del profesor* J. H. L. VOGT *intitulada: «Das Huelva-Kiesfeld in Sud Spanien und dem angrenzenden Theil von Portugal* (La comarca piritífera de Huelva en el Sur de España y la parte adyacente de Portugal).—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, páginas 226 á 230 [caja 100 mm. × 180 mm.]

883 —— *Sur l'existence du terrain infraliasique en Espagne* (Acerca de la existencia del infralías en España.)—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1889), págs. 864 á 866 [caja 105 mm. × 170 mm.], con dos grabados en el texto (Corte por los Barrancos y al castillo de Molina (de Aragón).—Corte por el castillo de Molina y Anquela).

La nota del Sr. Calderón es un extracto de la publicada por él en los *Anales de la Sociedad Española de Historia natural,* intitulada: *Existencia del infraliásico en España y geología fisiográfica de la meseta de Molina de Aragón.* (Véase núm. 795, «Notas bibliográficas» de 1898.)

884 CAREZ (SR. LUIS).— *Poudingues du Montserrat* (Pudingas del Montserrat).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE (XXVI): PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 728 á 729 [caja 105 mm. × 170 mm.]

En esta pequeña nota rectifica la opinión emitida en sus estudios de 1879 respecto á la dirección que debieron llevar las corrientes que aportaron los elementos de las pudingas del Montserrat. Cree, al presente, que debieron proceder de la Costa y no de la región pirenáica, y que, por tanto, debió existir al fin del período numulítico una masa montañosa que más tarde experimentó un hundimiento completo.

885 CAREZ (SR. LUIS).—*Sel de Cardona.*—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 729 á 730 [caja 105 mm. × 170 mm.]

Hace constar que él considera el criadero de sal de Cardona como triásico, fundándose en los pliegues de la sal y de las capas arcillosas intermedias, en la discordancia entre las capas de sal y las margas intercaladas en ellas de una parte y las hiladas oligocenas de otra, y en que la presencia de la sal no se acusa por afloramientos ó manantiales salados más que en Cardona, Suria y Vilanova de la Aguda, mientras que el nivel en que se encuentra en Cardona la sal presenta al descubierto muchos otros puntos á consecuencia de los pliegues.—Sostiene que los anticlinales de Cardona y Suria son anticlinales ante-terciarios sobre los cuales se han depositado las capas oligocenas.

886 —— *Bruguès et Vallirana.*—*Costas de Garraf.*—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 823.

Comparación de los terrenos secundarios que se observan en las localidades que sirven de epígrafe á la nota con los similares del Mediodía de Francia.

887 —— *Observations sur l'excursion à Castellvi de la Marca* (Observaciones acerca de la excursión á Castelvi de la Marca).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 858 [caja 105 mm. × 167 mm.]

En breves frases hace notar la identidad entre la serie observada en dicha excursión (Dolomía negra jurásica.—Caliza urgonense con *Requienia.*—Calizas y margas con *Horiopleura* y *Polyconites* y una fauna aptense) y la que se observa en *Saint-Paul de Fenouillet* (Pirineos orientales). Llama también la atención acerca de la diferencia que presentan, en cuanto al número, las fallas de la masa secundaria de las costas de Garraf y la región primaria de los alrededores de Barcelona.

888 CORTÁZAR (EXCMO. SR. D. DANIEL DE).—*Aprovechamiento de aguas.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L), págs. 249 á 250 (cuatro columnas).

889 CORTÁZAR (EXCMO. SR. D. DANIEL DE).—*El Excelentísimo Sr. D. Federico de Botella y de Hornos.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 581 á 585.

890 CHAVES (D. FEDERICO).—*Ensayo de fisiología mineral.—Estudio sobre las pseudomorfosis de proceso químico.*—ANALES DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT., SERIE II, VIII (XXVIII): MADRID, 1899, páginas 113 á 147 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Estado estático y estado dinámico de los minerales.—Pseudomorfosis de los minerales cristalizados.—La Minerogenia y la Mecánica química.—Consideraciones generales.—Pseudomorfosis en que se conserva el tipo molecular primitivo.—Pseudomorfosis progresivas. —Pseudomorfosis regresivas.—Estudio de los agentes que determinan las pseudomorfosis.

891 —— *Notas mineralógicas.*—(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 69 á 74, con un grabado en el texto [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: *Esparraguina de Vera (Almería)*: caracteres macroscópicos y particularidades ópticas de las secciones observadas al microscopio.—*El silicato de hierro del Manto de los Azules en la Sierra de Cartagena.* Descripción del mineral.—Discusión de las observaciones de M. Masart.—Resultado del análisis practicado por el señor Chaves.—Particularidades que presenta el mineral estudiado microscópicamente.—*Sobre la naturaleza de la materia colorante de la Sal azul de Villarrubia de Santiago.* Opinión del profesor Weinschenk respecto á la coloración azul.—Caracteres peculiares de dicha materia.

892 —— *Sobre un ejemplar de oropimente.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 114 [caja 100 mm. × 180 mm.]

893 —— *Cerusita de La Aliseda (Jaén).*—(Sección de Sevilla.) —ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 214 á 215 [caja 100 mm. × 180 mm.]

894 —— *Sobre las inclusiones de un ejemplar de sal azul y otro de thenardita teñido al parecer con el mismo pigmento* (Sección de Se-

villa).—Actas de la Soc. esp. de Hist. Nat.: Madrid, 1899, páginas 261 á 265, con un grabado en el texto [caja 100 mm. × 180 mm.]

895 Depéret (Sr. Carlos).—*Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf* (Ojeada acerca de la faja nummulítica que rodea al macizo paleozóico de Barcelona, y estudio de la fauna oligocena de Calaf).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 713 á 724 [caja 104 mm. × 167 mm.], con un grabado en el texto (Perfil esquemático del borde de la cuenca nummulítica del Llobregat en la montaña de Montserrat).

Sumario: Nummulítico. Región pirenáica. Olesa y La Puda. Intercalaciones marinas en las pudingas del Montserrat. Fósiles hallados.—Comparación con la vertiente meridional de la *Montagne Noire* (Languedoc). Dificultad de asignar una edad determinada á las capas pudinguiformes del Montserrat. Conclusiones que se deducen de los estudios prácticos relativos á la posición de las capas con *Bulimus gerundensis*, y á considerar como oligocenas la parte superior de las pudingas del Montserrat.—Oligoceno. Los alrededores de Calaf, según las observaciones de los Sres. Carez, Maureta y Thós. Descubrimiento de un fragmento de mandíbula de *Ancodus Aymardii*, Pomel, por el Sr. Bofill en los lignitos. Colección de moluscos y de un esqueleto atribuido á un *Xiphodon* de las capas de Calaf, recogidos por el señor Vidal. Reseña de la fauna oligocena de Calaf. Mamíferos. *Ancodus Aymardii*, Pomel; *Diplobune minor*, Filhol. Moluscos. *Melanoides albigensis*, Noulet, var. *Dumasi*, Fontannes; *M. occitanicus*, Fontannes; *Striatella Nysti*, Duchastel; *Vivipara* cf. *soricinensis*, Noulet.—Edad de las capas de Calaf. Comparación con la cuenca de Alais (departamento del Gard). Paralelismo entre las capas de Calaf y el infratongriense de Alais y de Castres (departamento del Tarn).

896 —— *Observations sur les terrains néogènes de la region de Barcelone* (Observaciones acerca de las capas neógenas de la región de Barcelona).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 855 á 857.

Sumario: Plioceno de los alrededores de Barcelona semejante, en cuanto á la disposición oreográfica, con el del Mediodía de Francia y

el de Argelia.—Identidad de las capas de Esplugas con las de Millas y Banyuls-des Aspres (Rosellón).—Parecido que presentan las capas pliocenas del bajo Llobregat con las de Théziers (departamento del Gard) y de Saint Restitut (departamento del Drôme).—Mioceno. *Pontense.* Extensión superficial y fósiles hallados.—Calizas lacustres con *Potamides* de Villanueva y Geltrú semejantes á las de Majestres y Levens (Bajos Alpes). *Sarmaticense.* Comparación de la región catalana con las del Mediodía de Francia.—*Segundo tramo mediterránico* (*Vindobonense*). La misma facies que presentan las capas similares de la «Mesa central» de Francia, del Languedoc, del Jura, etc.—*Primer piso mediterránico* (*Burdigalense*).—Aquitaniense del Llobregat inferior. —Fósiles hallados.

897 Dollfuss (Sr. G. F.)—*Présentation de l'ouvrage de MM. Almera y Bofill «Moluscos fósiles recogidos en los terrenos pliocenos de Cataluña.»*—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xlvi: París, 1899, págs. 19 y 20 [caja 170 mm. × 105 mm.]

El Sr. Dollfuss hace un ligero resumen de la obra de los Sres. Almera y Bofill. (Véase el núm. 852.)

898 —— *Relation entre la Géologie et l'Hidrographie en Catalogne* (Relación entre la Geología y la Hidrografía de Cataluña).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 876 á 883 [caja 105 mm. × 167 mm.], con dos grabados en el texto (Mapa esquemático de la *cordillera* catalana, en escala de 1 : 800000.—Corte de Manresa á Barcelona).

Sumario: Contradicción que se observa entre el sistema hidrográfico actual de Cataluña y la geología regional.—El litoral catalán.—Gran falla de 50 quilómetros de longitud en los terrenos antiguos.—*La cordillera catalana.* Sistemas de montañas creados por Vezian en 1864 á expensas de este *cordillera* (litoral), ó sean los sistemas del Montseny y el del Montserrat.—Opinión contraria del Sr. Dollfuss. —Fenómenos que se han experimentado en diferentes épocas en esta *cordillera.*—Examen de los que han debido tener lugar en el período Triásico, al fin del Aptense, al fin del Cretáceo (durante el garumnense), y del Eoceno superior.—Comparación de la pudinga del Montserrat con el delta del Var y la pudinga del Righi.—Probable extensión de la cordillera catalana continental, en la época numulítica.—

Tiempo en que debió verificarse la ruptura de la *cordillera* catalana y hundimiento de la zona litoral (entre el Burdigalense y el Aquitaniense).—Causas que según el Sr. Dollfuss han contribuído á este resultado.

899 Fernández Navarro (D. Lucas).—*Excursiones por los alrededores de Lozoya (Madrid)*.—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 59 á 68 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Rocas cretáceas. Caracteres macroscópicos y microscópicos de las calizas. —Fósiles hallados en ellas.—Descripción de la gruta conocida con el nombre de «Cueva del Cabo del Río.»—Diferencias que presenta el curso del río, según sean las rocas atravesadas por él, cretáceas ó arcáicas.—Marmitas de gigantes ó *potholes*.—Restos de fenómenos glaciales.—Arcilla denominada en el país «tierra de barros.»

900 —— *Ligeras observaciones sobre la nomenclatura castiza de los minerales*.—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 102 á 109 [caja 100 mm. × 180 mm.]

El Sr. Fernández Navarro comienza su trabajo exponiendo las dificultades que, á su juicio, presentaría el hacer una revision racional de las especies mineralógicas existentes; así como la conveniencia que resultaría si con la mira de no complicar más que lo que hoy está, la nomenclatura se procurase, en lo sucesivo, fijar bien los nombres de los minerales, haciendo resaltar las diferencias de los que pudieran confundirse, y eligiendo los más adecuados para aquellas especies que puedan ser designadas por varios términos.

Los medios que propone para conseguir este resultado son: cuando las denominaciones sean derivados de nombres de personas, en lugar de tratar de conservar la ortografía propia del país de origen, escribirlas tal como suenan en castellano. Las especies ó variedades que se designan indiferentemente con una ó varias palabras, sería conveniente que lo fuesen por el unívoco, salvo casos excepcionales en que es más conocido el nombre compuesto que éste. Cuando los varios nombres de un mineral son unívocos, cree el Sr. Fernández Navarro que debería adoptarse el que se refiera á nombres propios de naturalistas, altas personalidades ó localidades con preferencia á los que indican propiedades, pues éstas nunca son exclusivas de una sola especie.—Relación de nombres mineralógicos que cree deberían su-

primirse.—Nombres únicos que se dan á diversas especies; casos más principales: Calamina, Magnesita, Filipsita.—Nombres que originan confusión.—Conveniencia de dar denominación distinta al mineral como especie y como roca en grandes masas.

901 FONT Y SALGUÉ (D. NORBERTO).—*Un descobriment espeleologich (Teoria de la Font d'Armena)*: BARCELONA, 1898.—Un folleto en 8.°

902 GUARDIOLA (D. RICARDO).—*El ácido carbónico en las minas de Mazarrón.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 505 á 507, 517 y 518.

903 JIMENO (D. HILARIÓN).—*Pirolusita cristalizada de Torrecilla (Teruel).*—(Sección de Zaragoza.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 80 [caja 100 mm. × 180 mm.]

904 KILIAN (SR. W.)—*Présence de l'étage barrémien, sous son faciès vaseux en Catalogne* (Presencia del tramo barremiense, de facies fangosa en Cataluña).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en 1899), pág. 581 [caja 170 mm. × 105 mm.]

905 —— *Sur les Céphalopodes du crétacé inférieur des environs de Barcelone* (Acerca de los cefalópodos del cretáceo inferior en los alrededores de Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), página 825.

906 MEDINA (D. MANUEL).—*Noticias de un yacimiento de fosfato de cal con gran abundancia de huesos de mamíferos en la Puebla de los Infantes.*—(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 214.

907 MONTENEGRO (D. ANTONIO).—*Canales y pantanos.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 289 á 291, 305 y 306, 317 á 319.

908 —— *Aguas torrenciales y alumbramientos.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVIII (L): MADRID, 1899, págs. 353 á 355.

909 NAVÁS (RDO. P. LONGINOS).—*Una excursión al Montsant (provincia de Tarragona). Notas geológicas.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 169 á 176, con cinco grabados en el texto (Vista fotográfica del Montsant.—Corte del mioceno lacustre al Norte de Cabacés.—Piedras caballeras (Los gigantes).—Plano de la Cueva Santa. Escala 1 : 500?) [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Inclinación de los estratos miocenos—fallas—*avenchs*. Piedras caballeras.—El Ebro del período mioceno.—La Cueva Santa (descripción detallada).—Rocas recogidas en el Montsant y sus estribaciones.

910 PARDINAS (D. CALIXTO).—*Componente horizontal magnética de la Tierra en Zaragoza en 1.° de Mayo de* 1899.—(Sección de Zaragoza.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, páginas 239 á 240 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Consiste el trabajo del Sr. Pardinas en una rectificación de la componente horizontal magnética correspondiente á Zaragoza hallada por Lamont el año 1857 (0,21459 con un aumento anual de 0,00022), habiendo obtenido este señor que debe ser igual á 0,2272 para la fecha que consigna.

911 PRUVOT (SR. G.) y ROBERT (SR. A.)—*Sur un gisement sous-marin de coquilles anciennes au voisinage du cap de Creus* (Acerca de un yacimiento submarino de conchas antiguas en los alrededores del cabo de Creus).—ARCHIVES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE, 3.ª SERIE, V, 1897, pág. 498.

El yacimiento en cuestión se halla entre Masa de Oro y el regato del cabo.

912 PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).—*La isla de Alborán.*—BOLETÍN DE LA REAL ACAD. DE LA HIST. (XXXIV): MADRID, 1899, págs. 378 á 380.

Es un informe acerca del libro que con el mismo título publicó S. A. I. y R. el Archiduque Luis Salvador.

913 RELIMPIO (D. FEDERICO) y CHAVES (D. FEDERICO).—*Estudio del espectro de absorción de la sal azul de Villarrubia de Santiago.*—(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 231 á 232 [caja 100 mm. × 180 mm.]

914 Relimpio (D. Federico) y Chaves (D. Federico).—***Estudio de los espectros de absorción de algunos minerales coloreados.***—(Sección de Sevilla.)—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 233 á 234.

Sumario: Blenda acaramelada de los Picos de Europa.—Cuarzo negro de Villasbuenas (Salamanca).—Esparragina de Vera.

915 Rodríguez Mourelo (D. José).—*Sobre la obtención del sulfuro de estroncio fosforescente por medio del carbonato de estroncio y el vapor de azufre.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 111 á 115 [caja 100 mm. × 180 mm.]

916 —— *Sobre la fosforescencia del sulfuro de estroncio.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 144 á 147 [caja 100 mm. × 180 mm.]

917 Stuart-Menteath (Sr. P. W.)—*Progrès de la géologie des Pyrénées* (Avances en la geologia del Pirineo).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en 1899), páginas 537 á 538 [caja 170 mm. × 105 mm.]

Referentes al territorio español contiene esta nota algunas observaciones acerca de varios isleos triásicos en la provincia de Lérida, que asegura se habian confundido antes con el oligoceno. Dice ha descubierto en los valles de Gistain y Bielsa (provincia de Huesca) un trias típico colocado inmediatamente encima del granito y *debajo* de las calizas consideradas como paleozóicas. Como no da el Sr. Stuart-Menteath detalle alguno acerca de esto, no podemos juzgar de la exactitud de sus asertos. Por último, asegura que en los mismos valles, más al S. del punto citado, existe una formación salifera con ofita que atraviesa el senonense.

918 —— *Observations sur la région volcanique d'Olot* (Observaciones acerca de la región volcánica de Olot).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 679 [caja 104 mm. × 167 mm.]

919 —— *Sur deux points de la tectonique des Pyrénées* (Acerca de dos hechos relativos á la estructura de los Pirineos).—Bull. de

LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 764 á 765.

920 STUART-MENTEATH (SR. P. W.)—*Sur la tectonique des Pyrénées* (Acerca de la *Tectónica* del Pirineo).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI, 1898 (publicado en 899), págs. 582 á 584 [caja 170 mm. ×105 mm.]

921 —— *Sur les limites de la dolomia de Barcelona* (Acerca de los límites de la dolomia de los alrededores de Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 824.

La presente nota tiene por objeto la comparación entre las rocas dolomíticas de los alrededores de Barcelona (Castelldefels, Vilanova, S. de Barcelona, etc.) con las de Sorrento en Italia.

922 THOULET (SR. J.)—*Sur la presence de coquilles fossiles calcaires au fond des mers actuelles* (Acerca de la presencia de conchas fósiles calizas en el fondo de los mares actuales).—REVUE GÉNÉRAL DES SCIENCES, X: PARÍS, 1899, págs. 413 á 414.

El objeto de esta breve nota del docto profesor de Mineralogía y Oceanografía de la Universidad de Nancy es de sumo interés para todos los geólogos, y le damos cabida en nuestras «Notas bibliográficas» por referirse en uno de los varios ejemplos que presenta al yacimiento de fósiles pliocenos encontrado por el Sr. Pruvot en los alrededores del cabo de Creus.

923 VERA Y CHILIER (D. FRANCISCO ASÍS DE).—*Memoria sobre la formación de las rocas de la provincia de Cádiz.*—ANALES DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT., SERIE II, VIII (XXVIII): MADRID, 1899, págs. 505 á 520 (en publicación) [caja 100 mm. × 180 mm.]

La parte publicada de esta Memoria se contrae á la descripción física de la provincia.

924 VERNEAU (DR. R.)—*Le Maroc et les Canaries (Marruecos y las islas Canarias).*—REVUE GÉNÉRAL DES SCIENCES (X): PARÍS, 1899, págs. 136 á 151.

Es una breve noticia acerca de Marruecos y las islas Canarias, con

ocasión del viaje proyectado por la Dirección de la Revista á estos puntos y á España y Portugal.

925 VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Compte-rendu de l'excursion de Gerona à Olot et à San Juan de las Abadesas les* 25, 26 y 27 *Septembre* 1898 (Relato de la excursión, etc.)– BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 674 á 678, con un grabado en el texto (Corte de Olot á las minas de San Juan de las Abadesas) [caja 104 mm. × 167 mm.]

Sumario: Calizas groseras eocenas de Bañolas.—Colección de objetos de la industria neolítica hallados en la caverna de *Serinyá*.—Basaltos de Castellfollit.—Colección mineralógica de Bolós en Olot. —Detalles oreográficos de los alrededores de Olot, y opinión de los excursionistas acerca de su origen.—Pudingas oligocenas del *Coll de Santigosa*.—Capas nummulíticas entre Olot y San Juan de las Abadesas.—Pliegue de capas invertidas del Lías, Trías y Carbonífero.—Explicaciones acerca del Garumnense.—Necesidad de conservar únicamente en el Garumnense, ó *danés* lacustre, la parte inferior de las margas rojas y transportar á la base del terciario la superior, margas rojas con *Paludina aspersa*.

Esta última rectificación del Sr. Vidal tiene bastante importancia, y creo deben examinarse las razones que da para ella, por lo cual doy á continuación la traducción de los párrafos en que la expone:

«Desde Aiguafreda á Figaró estamos en la base del Nummulítico, y podemos observar cómo debajo del eoceno marino se desarrolla una formación rojiza, separándole del Trías, que aparece más tarde. Este terreno rojo se halla compuesto por margas y conglomerados, y se le conoce con el nombre de Garumnense, el cual contiene no lejos de aquí el *Bulimus Gerundensis*. Pero esta clasificación, que era muy natural antes del año 1891, en el que yo (el Sr. Vidal) descubrí la fauna de Rilly en el Pirineo catalán, en la parte superior de la gran formación roja que corona al Cretáceo superior, no puede ya mantenerse después de haber demostrado en mi nota (1) que las margas rojas, que al Norte de Berga se hallan en la parte superior de las

(1) VIDAL (D. L. M.), *Nota sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly, en el Pirineo catalán. (Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.* Nueva época, I.)

capas con *Lychnus* deben separarse, conservando en el Garumnense ó danés lacustre su mitad inferior, que comprende la caliza de Vallcebre, representante en Cataluña de la caliza de Vitrolles de Provenza, y unir á la base del terciario la mitad superior, ó sean las margas rojas con *Paludina aspersa*, en las que se apoyan, en Berga, las calizas con *Alveolina melo*, base casi constante de la formación nummulítica.

»Ahora bien: esta obligada división de las margas rojas subyacentes al Numulítico en margas rojas nummulíticas y margas rojas cretáceas, hace admitir, que allí donde se ven margas rojas sobre las que inmediatamente se apoyen las hiladas inferiores de la formación nummulítica, descansando á su vez sobre terrenos antiguos como Trías ó Siluriano, sin ver trazas de Cretáceo á grandes distancias, dichas margas rojas serán margas rojas terciarias de la misma edad que las de Berga con *Paludina aspersa*. Las margas rojas que se observan desde Aiguafreda á Figaró se encuentran en este caso; pero contienen el *Bulimus Gerundensis:* luego debo afirmar que el *Bulimus Gerundensis* es de la misma edad que las *Paludina aspersa.*

»Esta conclusión confirma la idea que M. Carez expresó en 1881 en su *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne* cuando colocaba las capas con *Bulimus Gerundensis* en la base del terciario. Fué ésta una intuición de una verdad geológica de difícil demostración entonces y que yo combatí con los datos que la experiencia me daba en aquella época. Pero mi hallazgo de 1891 ha demostrado el verdadero sitio de aquellas capas.»

926 Vidal (D. Luis Mariano).—*Tectónica y los ríos principales de Cataluña (extracto).* Boletín de la Real Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona, 3.ª época, I: Barcelona, 1899, págs. 519.

927 —— *Compte-rendu de l'excursion du 30 Septembre au gisement de sel de Cardone* (Relato de la excursión del 30 de Septiembre al criadero de sal de Cardona).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, XXVI: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 725 á 728, con dos láminas aparte (Cantera en el criadero de sal de Cardona.—Pliegues del criadero de sal en la Salvoja, cerca de Cardona) [caja 170 mm. × 105 mm.] Siguen tres páginas con observaciones de los Sres. Carez, Depéret, Stuarth-Menteath, Dollfuss y Bergeron.

Sumario: Numulítico de Manresa.—Oligoceno de la vertiente derecha al río Cardona.—Descripción del criadero de sal de Cardona, y particularidades que presenta.—Razones en que se apoya la designación de oligocenas para las capas que constituyen el criadero de sal.—Anticlinal oligoceno de Cardona.—Comparación con el criadero de sal de Remolinos (provincia de Zaragoza).

928 VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Sur le crétacé superieur de la vallée de la Muga (province de Gerona)* (Acerca del cretáceo superior del valle de la Muga).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 859 á 865 [caja 105 mm. × 167 mm.], con dos grabados en el texto (Corte del isleo cretáceo de Carbonils.—Corte de Agullana á San Lorenzo de la Muga).

Sumario: Variaciones introducidas recientemente en la clasificación de las rocas cretáceas del Norte de España y del Mediodía de Francia.—El Senonense inferior lacustre del valle de la Muga debe considerarse como Garumnense.—Garumnense del *Puig d'Alí*.—Fósiles encontrados.—Dordonense del «Más de la Trilla.»—*Campaniense* y *Santonense* de los cerros al Norte de la masía anterior y *Clot de les Abeurades*.—*Santonense* lacustre de Carbonils con lignitos.—Sistemas geológicos que rodean al manchón del valle de la Muga.—Triásico de la montaña de la *Mare de Deu del Fau*.

929 —— *Compte-rendu des excursions dans la province de Lérida du 11 au 15 Octobre* (Relato de las excursiones por la provincia de Lérida del 11 al 15 de Octubre).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en 1899), págs. 884 á 900 [caja 105 mm. × 167 mm.], con siete grabados en el texto (Corte del Monte de San Jordi.—Esquema de la sucesión de los tramos cretáceos en la región central de la provincia de Lérida.—Corte del Monte San Salvador.—Corte del barranco Uls de Llorens.—Corte longitudinal del valle del Segre, desde Alos á la confluencia con el río Noguera Pallaresa.—Corte de Alós á Santa María de Meyá.—Corte del Montsech).

Sumario: De Barcelona á Camarasa: Rocas numulíticas de Manresa.—Yesos de Calaf.—Lignitos terciarios de Calaf.—Oligoceno de Calaf á San Guim.—Mioceno del llano de Urgel.=Alrededores de Camarasa: Oligoceno. Eoceno. Yesos triásicos. Lías.—Cretáceo superior.—Ofitas.

— Pliegue vertical de las capas eocenas al pie del cerro de San Salvador.—Yacimiento de aerinita acompañando á la ofita en la sierra de Montroig.=De Camarasa á Alós: Yesos triásicos.—Margas liásicas de la collada Carbonera.—Lías.—Cretáceo superior.—Numulítico.—Triásico.=De Alós á Vilanova de Meyá: *Muschelkalk*.—Cuaternario.—*Keuper*.—Oligoceno.—Cretáceo superior. — *Maestrichcense*. — Garumnense.—Numulítico.—Ascensión al Montsech.

930 VILLASANTE (D. FERNANDO B.)—*Las emanaciones de ácido carbónico en las minas de Mazarrón*.—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 448 á 452.

INDICE GEOGRAFICO

PROVINCIAS

REGIONES

INDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO VI (2.ª SERIE)

Páginas.

INDICE

DE LAS LÁMINAS CONTENIDAS EN EL TOMO VI (2.ª SERIE)







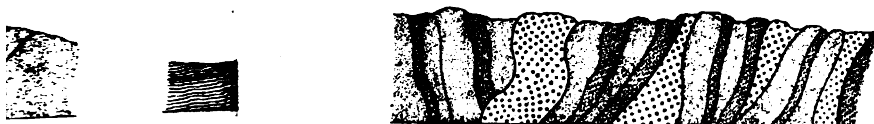


Fig. 7

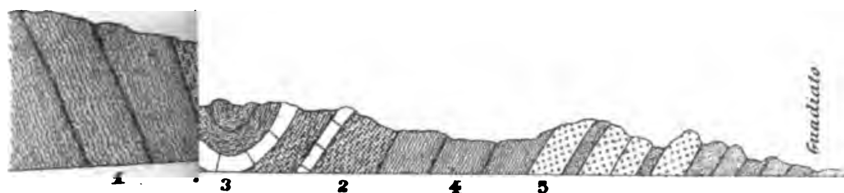


Fig. 11



Fig. 15

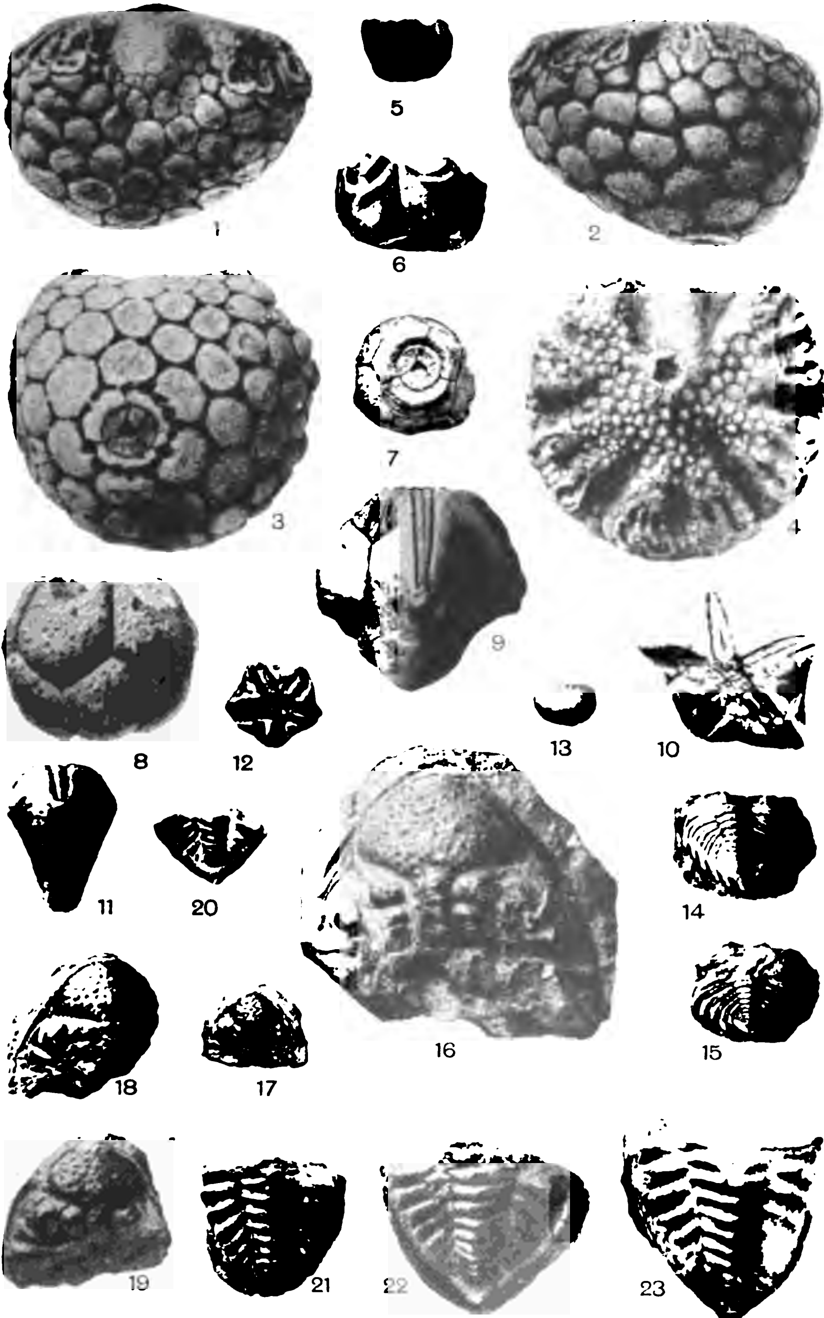


urianas

31 Diciembre 1900
L. Mallada

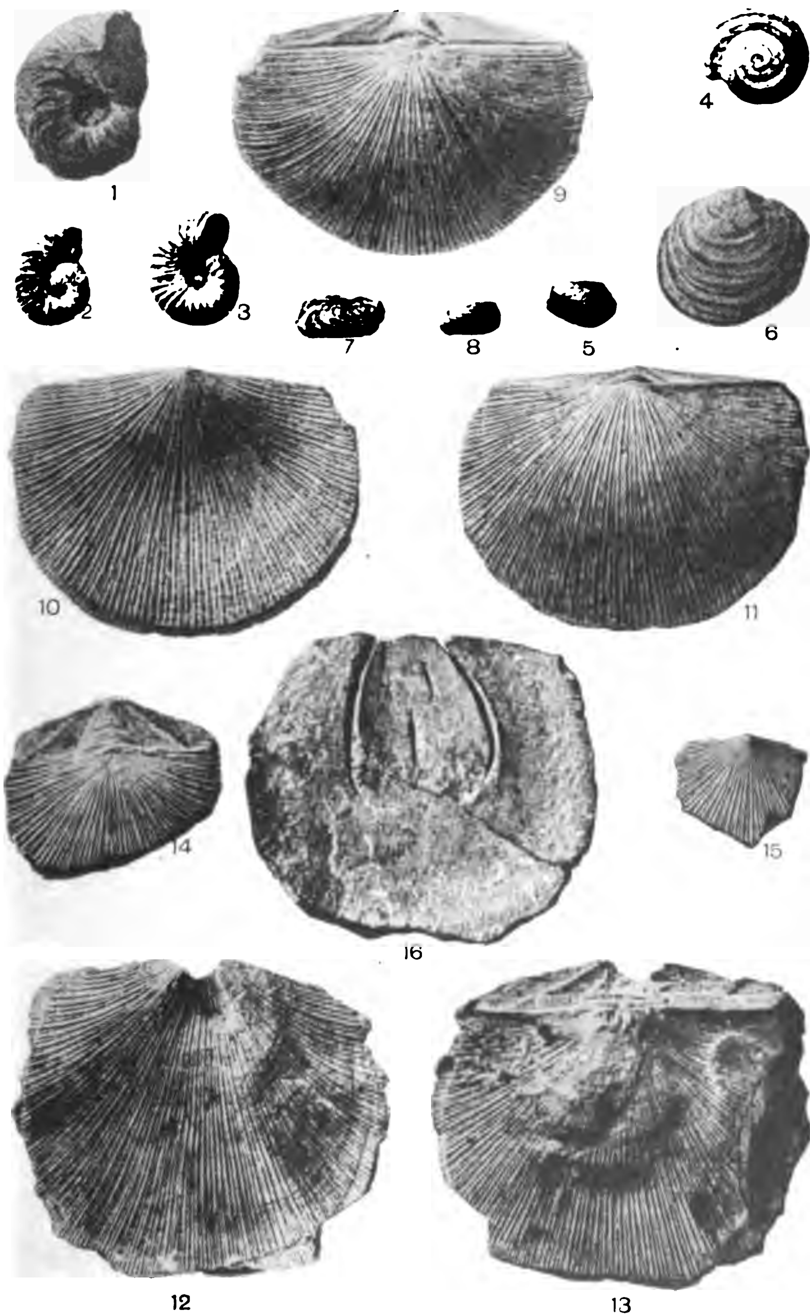
LIT-MENDEZ-ISABEL LA CATÓLICA-25-MADRID.

D. P. ŒHLERT. FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCIA



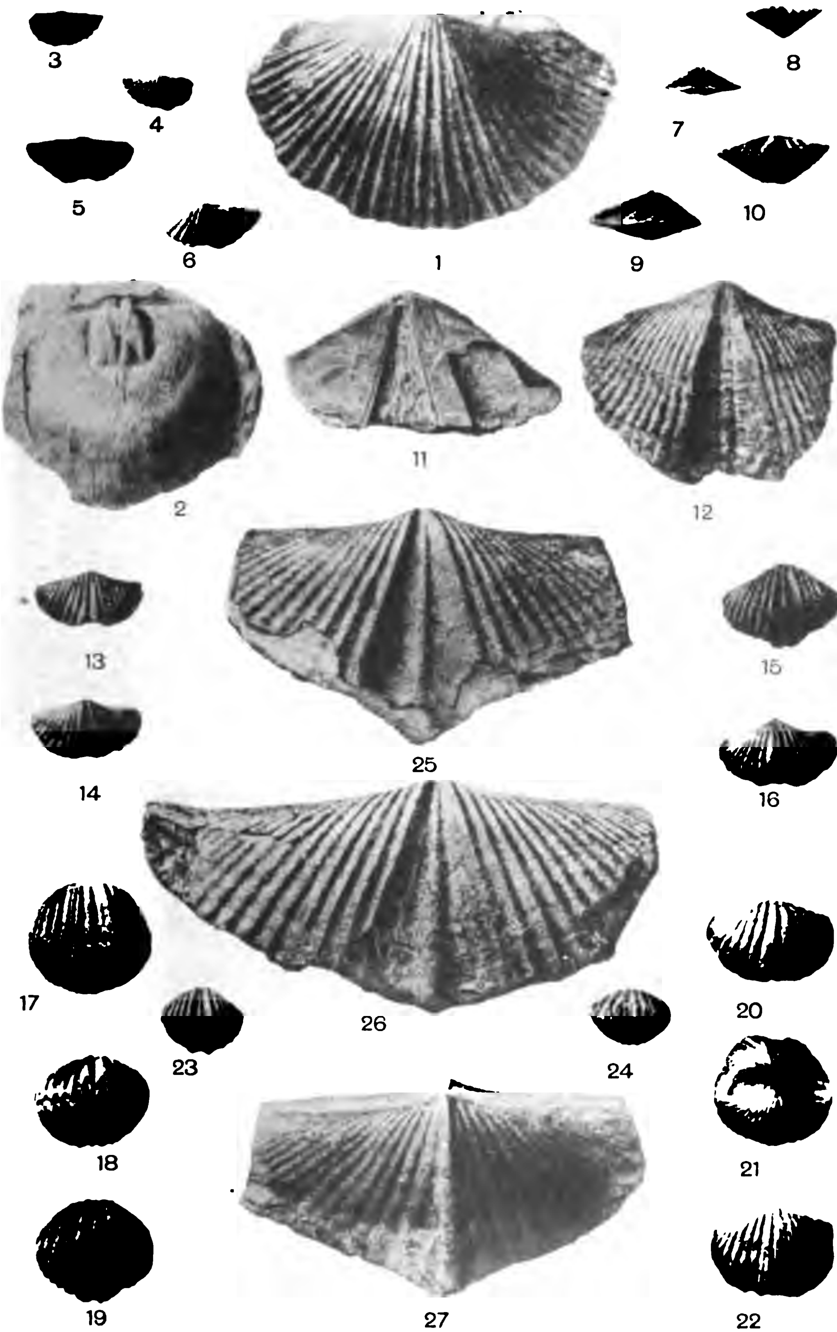
FOTOTIPIA DE HAUSER Y MENET.-MADRID

D. P. ŒLERT. FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCIA



FOTOTIPIA DE HAUSER Y MENET.-MADRID

D. P. ŒLERT. FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCIA



FOTOTIPIA DE HAUSER Y MENET.-MADRID



1 (a)



1 (b)



2 (a)



2 (b)

D. DE CORTAZAR. LAS HACHAS DE PIEDRA PULIMENTADA EN ESPAÑA



3 (a)



3 (b)



4 (a)



4 (b)



5 (a)



5 (b)

D. DE CORTAZAR. LAS HACHAS DE PIEDRA PULIMENTADA EN ESPAÑA



6 (b)

D. DE CORTAZAR LAS



6'a)

BOLETIN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XXVII

TOMO VII

SEGUNDA SERIE

(1900)

MADRID

EST. TIP. DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

C. de San Francisco, 4

1903

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS *y* BOLETÍN *son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

Artículo 1.° Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.° Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

Artículo 4.° Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.° Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto de 28 de Marzo de 1873.)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

D. Daniel de Cortázar. *(Director.)*
D. Joaquín Gonzalo y Tarín.
D. Marcial de Olavarría. *(Secretario.)*
D. Lucas Mallada.
D. Juan García del Castillo.
D. Rafael Sánchez Lozano.
D. Mariano Alvarez Aravaca.
D. César Rubio y Muñoz.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS AGREGADOS Á LA COMISIÓN

D. Pedro Palacios.
D. Juan López Coca.
D. Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.° Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.° Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.° Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

PRÓLOGO

En el presente tomo del BOLETÍN, que es el séptimo de la segunda serie, aunque no son muchos los trabajos contenidos, sí son de primera importancia, tanto industrial como científicamente considerados.

Aparece en primer lugar la *Descripción de la cuenca carbonífera de Sabero*, provincia de León, que, siendo la primera conocida en aquella región de España, ha permanecido punto menos que olvidada, hasta que la construcción del ferrocarril de La Robla ha permitido establecer verdaderas labores de explotación que den al comercio abundantes muestras de la riqueza carbonífera del NO. del antiguo reino castellano. El trabajo actual, debido al Ingeniero de Minas D. Lucas Mallada, es de sumo interés, pues que demuestra la importancia de los yacimientos de antiguo conocidos, y hace ver cómo se prolongan hacia el E., en la orilla izquierda del río Esla, donde antes no se sospechaba siquiera la existencia de la formación hullera.

El plano que acompaña á la descripción de la cuenca

de Sabero, además de enseñar la forma y dimensiones generales de la faja carbonífera, muestra también la disposición estratigráfica y las relaciones geológicas de ella con respecto á las rocas cambrianas, silurianas y cretáceas que, por una ú otra parte, rodean la mancha hullera.

Al Ingeniero de Minas D. Rafael Sánchez Lozano se debe la traducción del trabajo del Sr. Oehlert que, con el título de *Fósiles devonianos de Santa Lucía,* fué publicado en francés. Este trabajo es continuación del que con igual título se publicó en el tomo VI de la segunda serie del BOLETÍN de la Comisión del Mapa geológico de España. Además de múltiples grabados intercalados en el texto, se acompaña la obra con una lámina de fósiles del país.

Completa el tomo actual del BOLETÍN la versión castellana de la reseña de las excursiones verificadas con motivo de la reunión en Barcelona de la Sociedad geológica de Francia durante los meses de Septiembre y Octubre de 1898. Resaltan entre estos trabajos los de nuestros compatriotas los geólogos Sres. Almera, Vidal, Calderón, Bofill y Adán de Yarza; pero no son tampoco de poco valor los de los geólogos franceses Depéret, Bergeron, Dollfus, Barrois y los del inglés Stuart Menteath.

A unos y á otros debe la geología española verdadero agradecimiento y aplauso que les tributa la Comisión del Mapa geológico de España, al propio tiempo que inserta la traducción de tan apreciable obra, en la que se han intercalado 47 grabados que representan otros tantos cortes geológicos de la región catalana, y además se acompañan dos láminas, reproducción al fotograbado, de la

disposición en pliegues de las capas de sal del famosísimo criadero de Cardona, y la vista general de la explotación en bancos de tan sorprendente masa salina.

Confía la Comisión del Mapa geológico de España que los lectores del BOLETÍN encontrarán el presente tomo de igual valor científico é industrial que los anteriores.

DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA CARBONÍFERA

DE

SABERO

(PROVINCIA DE LEÓN)

I

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La reconocida importancia de la cuenca carbonífera de Sabero y los grandes trabajos de explotación que en ella se efectuaron hace medio siglo, juntamente con el establecimiento de un alto horno para el beneficio de los criaderos de hierro que hay inmediatos, motivaron la redacción de varias Memorias geológico-industriales, escritas por diferentes ingenieros, y entre ellas hay dos notables por su mérito y por sus atinadas observaciones. Es la primera, principalmente geológica, la titulada *Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías en las montañas de León*, por D. Casiano de Prado, que se imprimió en 1848; y la segunda, de carácter más industrial, se refiere á la *Memoria sobre los yacimientos de hornaguera de la Sociedad de las minas de Sabero*, que, firmada en 15 de Agosto de 1885, se debe á mi compañero D. Ramón Pellico.

En los treinta y siete años que mediaron entre ambos trabajos, se han escrito otros de secundario interés, debidos á los señores Schulz, Gómez de Salazar, Fourdinier, Filgueira, etc., cuyas opiniones trasladaré en los puntos donde sean pertinentes.

Por encargo de sus interesados, en 1892 se publicó otra Memoria relativa á las minas que posee en la cuenca la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, y con fecha más reciente, en 1901, salió á luz en Bilbao la *Memoria sobre la Zona Oeste de la cuenca hullera de Sabero*, de índole más mercantil que científica.

Con sobriedad y claridad suficientes se consigna en el Informe del Sr. Pellico la parte histórica de las minas de Sabero, las cuales por su abundancia extraordinaria en combustible, llamaron la atención de preferencia entre todos los yacimientos hulleros de Castilla, con tanto mayor motivo cuanto que, junto á las capas de carbón, existen potentes criaderos de mineral de hierro. Desde el primer momento se concibió la esperanza de fundar un gran establecimiento siderúrgico, del cual no quedan hoy más que ruinas.

«Las capas de carbón que motivan estos apuntes, dice el Sr. Pellico, fueron solicitadas por D. Miguel Botias Iglesias hacia 1840 á 42. Obtenida la concesión de las minas *Juanita, Sucesiva* y *Abundante*, dicho señor constituyó una Sociedad con el nombre de *La Palentina*, cuyo objeto era la explotación de aquel criadero y la fabricación del hierro dulce de la *Imponderable;* pero esta Sociedad, conociendo que el capital de que disponía era pequeño, lo amplió, cambiando su nombre en el de *Palentina-Leonesa,* fundado en la procedencia de los socios. Tampoco disponía de medios esta Sociedad, por lo cual tomó en arriendo la empresa el socio D. Santiago Alonso Cordero, á quien se deben la fábrica de San Blas y la explotación primera de las minas. Accidentes comerciales ocurridos al señor Cordero trajeron el abandono del negocio y la denuncia de las concesiones por la Sociedad Martínez y Compañía, quienes pusieron al frente al Sr. Botias Iglesias, hasta 1884, en que se constituyó la Sociedad actual, recabando de dicho Sr. Iglesias la gerencia y administración.»

Si para recoger más antecedentes históricos recurrimos á las estadísticas mineras publicadas por el Ministerio de Fomento, encontraremos en todas ellas la comprobación del abandono en que, por muchos años, había caído la cuenca.

En el decenio de 1850 al 60 se halló comprendido el periodo de mayor actividad de las antiguas explotaciones. Por entonces funcionaban los hornos de la fábrica de San Blas, y años hubo, como el 1854, en que se arrancaron cerca de 50000 toneladas de carbón, empleándose en las minas 167 operarios.

Dos años más tarde, Gómez de Salazar escribía en la *Revista Minera* lo siguiente: «La Sociedad Palentina-Leonesa tiene la propiedad de 68 pertenencias de carbón para su fábrica de fundición de hierro en el valle de aquel nombre. De ese número puede decirse que nunca ha tenido en verdadera explotación más que seis pertenencias,

que son: una de la mina *Juanita* (hoy *Sabero* 11), tres de la *Sucesiva* (*Sabero* 1) y una de la *Escondida* (*Sabero* 2), alternada con otra de la *Abundante* (*Sabero* 5); en las demás no ha sostenido ni sostiene más trabajos que los legales y algunos de estudio. En los ocho primeros años de sus trabajos ha explotado 6 millones de quintales, y ha destruido por desacertada dirección 10 millones; en los dos años siguientes ha explotado 1 $^1/_2$ millones, sin destruir nada, lo cual corrobora lo dicho: total de carbón puesto al alcance de los picos en diez años y seis pertenencias, 17 $^1/_2$ millones de quintales.»

En 1863 fué de escasa importancia la explotación de las cuencas leonesas, mas á pesar de la crisis económica de aquel tiempo, en 1864 aumentó algo la cantidad extraída, pero al año siguiente no pudieron vender sus carbones las minas de Sabero, y la decadencia de éstas y de las demás cuencas de la provincia fué en aumento en años sucesivos. En 1868 las explotaciones estaban casi del todo abandonadas y comenzaban á hundirse las galerías, que siguen hoy arruinadas, y desde entonces hasta 1896, las cantidades de carbón que figuran en las estadísticas, referentes á la provincia de León, proceden en su mayor parte de otras cuencas, siendo insignificantes los productos en las minas de que se trata. Así, por ejemplo, si casi dobló la explotación de 1871 al 72, se debió á la mina *Emilia*, de la cuenca de Ciñera, que, por su proximidad al ferrocarril de Asturias, entró en un periodo de actividad todavía sostenido.

En la estadística de 1874 figuran las *Sabero* 6, 10 y 11 en trabajos de reparación é investigación, que en el siguiente del 75 absorbieron 1200 jornales; 3000 en el 76, con una producción de 1248 quintales métricos, paralizándose en los años sucesivos, que fueron en cambio de creciente prosperidad para la mencionada cuenca de Ciñera, á todas luces de menor importancia.

Abandonada seguiría probablemente la de Sabero si no se hubiese construído el ferrocarril de vía estrecha de La Robla á Valmaseda, con el principal y casi exclusivo objeto de explotar las cuencas carboníferas de las provincias de León y Palencia, para llevar sus productos á la industriosa villa de Bilbao. El establecimiento de este ferrocarril ha sido la base para la explotación de los carbones de Castilla, trabajo que no atendieron las anteriores Sociedades mineras y metalúrgicas, y que, por tal omisión, malograron sus intentos.

A comienzos de 1890, en cuanto se hizo público el proyecto de construcción del ferrocarril de La Robla á Valmaseda, comprendien-

do varios industriales y comerciantes bilbaínos la bondad del negocio de la explotación de las cuencas hulleras, acudieron antes que nadie á registrar en ellas millares de hectáreas, de manera algún tanto tumultuosa y desordenada. Preferible hubiera sido la formación en Bilbao de una gran Compañía, si la competencia por ganar tiempo y terreno entre las personas que deseaban adquirir minas de carbón en Castilla no se hubiese opuesto, sin dar lugar ni sosiego para iniciar la idea.

Dejando aparte las otras cuencas, bueno fué el pensamiento de los que se fijaron de preferencia, si no en la más extensa, sí en la más rica y de mejores condiciones, cual es la de Sabero; y alrededor, y entre las minas de la antigua Sociedad, se hicieron nuevos registros, si bien en parajes generalmente de menor importancia.

La cuenca de Matallana fué la primera donde se comenzaron los trabajos preparatorios y las instalaciones para una producción en grande escala, y al propio tiempo se fundó en Bilbao la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, tomando como base las antiguas minas de la *Palentino-Leonesa*, á las que se agregaron las tituladas *Luis*, *Buronesa*, *Pilar*, *Rosario* y sus demasías, y se completó un coto que, por su extensión y por su riqueza, figura en primer lugar entre las cuencas de Castilla, y que tarde ó temprano habrá de dar los más beneficiosos resultados.

Poco tiempo después una Compañía extranjera emprendió, con harta desgracia, la exploración y preparación de diversas minas que adquirió en la prolongación oriental de la cuenca, sobre la izquierda del Esla, por los términos de Santa Olaja, Fuentes y Ocejo; pero los resultados de sus investigaciones no han sido afortunados y las labores practicadas se abandonaron hace tres años, comenzando á caer en ruinas.

En 1895 se formó la *Sociedad Vasco-burgalesa* con objeto de explotar las minas más próximas al estrecho de Oceja, y, por tanto, más inmediatas al ferrocarril de La Robla, pues sólo distan entre 2 y 3 quilómetros de la estación de La Ercina. Al efecto arrendó esa Sociedad á la de *Sabero y anexas* las pertenencias antiguas 3.ª y 4.ª de las *Sabero* 6 y 7 y la *San Luis*, ó sea la fracción del centro de la cuenca situada á P. del arroyo de Sotillos, y también tomó en arriendo el grupo de minas de los Sres. Ugarte, ó sean las minas *Mayorgana*, *Única*, *Perla* y su demasía.

Reunidas las propiedades de diferentes interesados, en Febrero de

1901 se fundó la *Sociedad Oeste de Sabero* con objeto de explotar gran parte del tercio occidental de la cuenca, comprendido entre Las Bodas y Sotillos, agrupándose las siguientes minas designadas de O. á E.: *Marina* 6.ª, *Fausta, Llama, María* 5.ª, *Antonia, Primera, María* 4.ª y su demasía, *Adoración, Ramona, Vicenta, Colle* y su demasía, *María* 3.ª, *Dichosa, Sin Nombre* y su demasía, *San Juan, María* 2.ª, *Marina* 7.ª, *María* 1.ª con su demasía, y *Sotillos*. Es de suponer que andando el tiempo se reunirán al grupo las minas *Fortuna, Unión, Unión* 2.ª y otras concesiones colindantes de reducidas extensiones, que no podrían sostener la competencia de la nueva *Sociedad del Oeste de Sabero*, en cuanto ésta emprenda una explotación industrial en gran escala.

II

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA

SITUACIÓN.—Desde los confines de Galicia en el Vierzo hasta la proximidad de la línea férrea de Madrid á Santander junto á Mataporquera, en las inmediaciones de Orbó, se extiende una faja de depósitos carboníferos, apoyados sobre terrenos más antiguos por la parte del N. y cubiertos generalmente en la del S. por varias formaciones secundarias en unos sitios, y por grandes mantos cuaternarios en otros. Todos esos depósitos sin duda que estaban unidos al tiempo de su formación, y componían una sola mancha, desarrollada con mayor amplitud en Asturias, al otro lado de la cordillera Cantábrica. Pero las dislocaciones y roturas enérgicas que ocurrieron con posterioridad á las edades paleozóicas, y los sostenidos y profundos derrubios sucedidos después de constituído el carbón hasta nuestros días, las desagregó de su conjunto, aislándolas con multitud de irregulares contornos.

Para el consumo del interior de la Península aventaja la cuenca de Sabero á las de Asturias en un recorrido que no baja, cuando menos, de 100 quilómetros. De la estación de La Ercina (qm. 43 del ferrocarril de la Robla) á la parte media ó central de la cuenca, sólo hay 5 quilómetros; y no siendo mucho mayores las distancias que se miden entre el extremo occidental y la estación de Boñar, por un lado, entre el extremo oriental y la estación de Cistierna, por otro, quedan

indicadas de este modo las tres salidas naturales y económicas por donde pueden extraerse los carbones.

EXTENSIÓN Y LÍMITES.—Es la cuenca de Sabero de las más alargadas y estrechas de las de Castilla, y de contornos muy irregulares y sinuosos. En el sentido de E. á O., siguiendo la línea quebrada de su eje mayor, mide 18 quilómetros desde las inmediaciones de las Bodas hasta más allá de Fuentes.

En el sentido transversal el ancho de la cuenca es muy variable: desde pocos metros que tiene en su extremo occidental hasta 2600 que alcanza como máximo en el meridiano de Sabero. Entre Las Bodas y Veneros oscila la anchura entre 160 y 600 metros; desde Veneros á Llama se ensancha rápidamente hasta pasar de 1500; de Llama á Sotillos hay ensanches y estrecheces, por los cuales el ancho queda comprendido entre 1 y 2 quilómetros; pasa de 2 en el meridiano de Olleros; se reduce á 1300 metros en el de Saelices, para aumentar al máximo en el de Sabero, de donde se bifurca en dos brazos: uno que pasa al S. del Castillo de San Martino y concluye en las orillas del Esla, y otro que cruza este río con amplitudes rápidamente decrecientes desde su margen derecha hasta Santa Olaja, y todavía se angosta hacia su remate entre Fuentes y las cañadas septentrionales de Peña Corada, no lejos de la inmediata cuenca de Valderrueda, hacia la cual se dirige una prolongación al NE. que pasa por Ocejo.

Las líneas que por N. y S. limitan la cuenca son sumamente sinuosas. La línea norte comienza á corta distancia al SO. de Las Bodas; se encorva al NE. y da mayor ensanche sobre las márgenes del río de Veneros, y desde este pueblo hasta Llama se dirige al E.NE. revolviendo á modo de golfo entre Llama y Felechas, no lejos de Colle. Los dos últimos pueblos mencionados quedan por muy poco excluídos, y entre Felechas y Sotillos dicha línea sigue de O. á E. en más de 3 quilómetros. Después de algunos entrantes y salientes de escasa importancia, pasado Sotillos tuerce al NE., para ajustarse de nuevo al rumbo anterior hasta muy cerca del Esla, donde se desvía al SE., terminando de P. á L. en Santa Olaja y en Fuentes.

Todavía es más irregular y quebrada la línea del límite meridional. Comienza oblicuando de NO. á SE. entre Las Bodas y Veneros; se encorva al S. de Llama, para ensanchar la cuenca al pie de la collada de este nombre; se estrecha de nuevo, arqueando entre Sobrepeña y Felechas; vuelve al S. al pie del Castillo de Sobrepeña, tor-

ciendo á escuadra de O. á E. hasta el N. de Oceja, de donde se recorta en multiplicados entrantes y salientes, alineados al NE. en su conjunto, cerca de Olleros y Saelices, y desde este pueblo se acoda hacia el Mediodia para desviarse al E.SE. hasta tocar al Esla. Los montes del Castillo de San Martino y de Llaneces recortan los dos brazos anteriormente citados, sosteniéndose tan sólo el del N., hasta acabar la cuenca en estrecha prolongación al S. de Santa Olaja y de Fuentes, y entre estos dos pueblos y Ocejo.

En el plano geológico que acompaña á la Memoria de Prado, se marcan con exactitud todos los contornos y linderos de la cuenca, sin que por mi parte se señale otra enmienda que la de prolongar algo más el remate oriental entre Fuentes y Peña Corada.

Veneros, Sotillos, Olleros, Saelices y Sabero son los cinco pueblos que están situados dentro de la cuenca; Las Bodas, Llama y Fuentes tocan su límite septentrional, y se hallan á corta distancia Colle, Felechas, Aleje, Alejico y Santa Olaja por el N., San Adriano, Sobrepeña, La Ercina, Oceja y Cistierna por el S.

Así considerada la extensión superficial de la cuenca viene á ser de 2150 hectáreas, correspondiendo á cada uno de los 18 quilómetros de la línea de su longitud ó eje mayor las siguientes:

Quilómetros.		Hectáreas.
1	Al S. de Las Bodas	15
2	Entre Las Bodas y Veneros	50
3	En Veneros	50
4	Entre Veneros y Llama	80
5	Al S. de Llama	162
6	Entre Felechas y Sobrepeña	100
7	Entre Felechas y Sotillos	158
8	Collada de Sotillos	175
9	En Sotillos	200
10	Entre Sotillos y Olleros	180
11	Entre Olleros y Saelices	170
12	En Saelices	157
13	Entre Saelices y Sabero	215
14	En Sabero	223
15	Orillas del Esla	128
16	En Santa Olaja	45
17	Entre Santa Olaja y Fuentes	30
18	En Fuentes	12
	TOTAL	2150

Topográficamente termina la cuenca á cortas distancias de la orilla izquierda del Esla; pero merced á estrechas fajitas, que desde los dos pueblos citados se prolongan al NE., por los términos de Ocejo y Argovejo, hay además por este rumbo otras dos cuenquecillas anejas, que á su vez se aproximan á la mucho más extensa de Valderrueda, situada al E.

TERRENOS QUE LIMITAN LA CUENCA.—No voy á describir extensamente los terrenos que limitan la cuenca, pues me apartaría del objeto principal de esta Memoria; pero no puedo menos de hacer algunas observaciones generales.

Al N. y al S. encaja la cuenca entre bancos devonianos, por bajo de los cuales asoma en algunos trechos la banda roja de Sabero, que pertenece al cambriano. Esta formación tan antigua toca á la hullera desde un quilómetro al N. de Saelices, en la base de la Peña de Solana, á orillas del arroyo de Collada, hasta la base de los Picos del Arrastradero, al N. de las Lomas de Sabero.

El sistema devoniano limita la cuenca con mucha extensión por el lado del N., y en una fajita comprendida entre 1 y 2 quilómetros por el lado del S. Esta fajita queda enteramente cortada y oculta por el cretáceo entre Las Bodas y La Losilla, á P. de San Adriano; sobresale entre La Losilla y Cistierna por los términos de Debesa, Sobrepeña, La Ercina, Oceja y Yugueros, y por fin, hacia el extremo opuesto de la banda hullera se marca al SE. de Sabero en las peladas cimas de los montes de Llaneces y del Castillo de San Martino. Al otro lado del Esla, al S. de Santa Olaja y de Fuentes, se levantan con mayores alturas las riscosas peñas de las Capillas que, con otros montes secundarios, se enlazan con Peña Corada.

Las calizas, ya puras y homogéneas, ya arcillosas, son las rocas que predominan en el devoniano. Generalmente son blanquecinas ó de color gris azulado; pero las hay también negruzcas con venas blancas espatizadas; otras son tabulares y algo cuarcíferas, así como existen otras rojizas, muy parecidas á las cambrianas, pero distintas de éstas por ser algo marmóreas y por los restos orgánicos que contienen, entre los cuales abundan los artejos de crinoides y trozos de goniatitos. Las peñas calizas del monte Llaneces encierran nódulos de pedernal, y entre este punto y el estrecho de Alzón ó garganta de Oceja, inferiores á las cuarcitas y á las calizas grises compactas, se extienden otras arcillosas con abundancia de fósiles en el Hayedo de Sabero, El Picón, Las Agujas y Peñas de Valdetorno. Al

otro lado de la cuenca, sobre todo en las inmediaciones de Colle y de Felechas, todavía hay más profusión de dichos restos, cuya lista sería demasiado prolijo consignar.

Bajo las calizas arcillosas asoma la pizarrilla ó cayuela de color gris verdoso claro, con anchuras comprendidas entre 10 y 30 metros por los confines de la cuenca, excepto en la collada de Llama, donde se ensancha hasta tener más de 200. A esta cayuela, mucho más blanda y fácil de derrubiar que la caliza, se debe el erizado relieve orográfico con que esta última sobresale más alta que el sistema hullero á los lados de la cuenca. A primera vista, la cayuela devoniana se confundiría con algunas variedades de la pizarra arcillosa carbonífera, cuando ésta es divisible en hojillas y fragmentos pequeños; pero el color de aquélla es más uniforme y siempre se asocia inmediata á las calizas de su formación.

Las areniscas cuarzosas constituyen otra de las rocas devonianas, más abundantes que las cayuelas, y no tanto como las calizas. Con frecuencia son blanquecinas, grises ó amarillentas, bastante puras; y sobresalen también en bancos de notable espesor y varios quilómetros de longitud en que se hallan fuertemente impregnadas de hidróxidos de hierro, hasta el punto de constituir un mineral utilizable en la industria siderúrgica. Varios de los bancos inmediatos á la cuenca fueron en gran parte explotados por la antigua y arruinada fábrica de Sabero. La ley del mineral varía entre el 20 y el 40 por 100; en general es de grano fino, pero lo hay también amigdaloide, en la masa silícea del cual se ven trocitos de pizarra ó de otra arenisca más fina, constituyendo la variedad más rica en metal.

Con estos hidróxidos de hierro, que también impregnaron fuertemente varios bancos de caliza y de pizarra arcillosa, relacionó Prado [1] varios asomos hipogénicos, que con muy reducidas dimensiones se ven, no sólo en el devoniano que limita la cuenca, sino en el centro de esta misma. Cerca de Colle, junto al arroyo de Vozmediano, hay una faja de arenisca de 84 metros de ancho, en parte transformada en una hematites que envuelve granos cristalinos de feldespato y anfíbol. «El Esla, añade dicho geólogo, atraviesa junto á Alejico unas capas de arenisca ferrífera de 40 metros de grueso, en la mina *Imponderable;* y contiguo á ella, aguas arriba, atraviesa el mismo río una extensa masa de roca plutónica, de color verde obs-

(1) *Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías*, pág. 12.

curo en la orilla izquierda y gris verdosa en la derecha.» Colgado sobre el río hay un enorme peñón de arenisca llamado Peña Utrera, que en capas verticales se apoya sobre la roca hipogénica; y en una cueva allí inmediata se ve la perfecta separación de ambas formaciones, presentándose la segunda sumamente blanda y mezclada con granillos de caliza y algo de óxido férrico. A pocos metros de esta mezcla deleznable se halla la misma roca verdosa con bastante dureza para poder recibir pulimento, y todavía es más dura, con el aspecto de una diorita ó diabasa, al otro lado del Esla.

Otro pequeño asomo de diabasa descubrió Prado entre las dolomías devonianas que yacen al NO. de Saelices; y con él se relaciona otro encontrado por el mismo geólogo entre Olleros y Oceja, que más bien que hipogénico considera como una sustitución de materia ferruginosa. Primero se presenta en bolas cubiertas de una costra ferrífera, más adelante es de textura compacta y color verde, y luego se compone de una mezcla de anfíbol y de arenisca.

Además de los minerales de hierro se encuentran otros de plomo y de cobre en los bancos devonianos que rodean la cuenca hullera. La pirita cobriza con algo de carbonato yace entre las areniscas de las márgenes del Esla inmediatas á Verdiago, así como en las muy ferruginosas de la antigua mina *Salud* al NO. de Sabero. En Verdiago se halla también una veta irregular de arcilla parda en que se notan partículas y nódulos pequeños de galena, de cuya substancia se ven también señales en las calizas y areniscas que hay al N. de la ermita de San Blas cerca de Sabero.

En estos últimos años ha sido objeto de varias labores de investigación otro criadero de minerales de plomo, cobre y zinc situado en la mina *Társila* junto á Santa Olaja.

Tanto los estratos cambrianos y devonianos, como los hulleros entre ellos encajados, estuvieron sometidos á grandes dislocaciones y movimientos, cuyas trazas visiblemente se conservan. Se arrumban aquéllos de E. á O. ó de E.SE. á O.NO., prescindiendo de repetidas ondulaciones con que se acodan en distintos parajes; las inclinaciones varían entre 50° y la vertical; en algunos sitios se abren á modo de abanico, y generalmente su buzamiento es meridional. Nótase, sin embargo, en diversos puntos el buzamiento opuesto, debido en parte á ciertos pliegues, en parte á algunas fracturas ó fallas.

Prescindiendo de las dislocaciones que afectaron al propio tiempo á todos los bancos paleozóicos posteriormente á la formación hulle-

ra, vestigios se ven en el devoniano de otras más antiguas que esta última, y que, por tanto, no afectaron á las capas de carbón. En este caso se halla una faja de cuarcitas blanquecinas, de apariencia siluriana, que desde El Arrastradero, al N. de Sabero, se señala entre las calizas devonianas, y con un ancho de 80 á 100 metros cruza el Esla entre Verdiago y Aleje, en dirección á Pico de Moros, arrumbada al NE. con fuerte inclinación al SE. Las capas de caliza siguen este notable cambio desde la sierra de Las Cuestas, según se dibuja en el plano geológico de Prado.

Otro cambio parecido, aunque de mucho menor desarrollo en longitud y en anchura, se observa en el mismo pueblo de Felechas, donde las calizas azuladas grises y las arcillosas fosilíferas se retuercen al E. 30° N., inclinando 70° al N.NO.; dislocación accidental, pues á 100 metros al S. del pueblo se normalizan arrumbadas al O.NO. con buzamiento meridional.

Otros trastornos y cambios estratigráficos muy notables son los del pie de la collada de Llama, los que hay al S. de Olleros y Saelices, los de Pico Agudo, y los más enérgicos que existen al pie de los montes de Llaneces y San Martino, que afectaron también al hullero, y se detallarán más adelante.

Por estos repetidos trastornos estratigráficos y porque, antes de ellos, los estratos devonianos se sedimentaron con mucha irregularidad, siendo la caliza la roca predominante del sistema, parajes hay en que apenas se encuentran las areniscas, mientras que en otros, como en el monte Rodio, por ejemplo, sobresalen con excepcional desarrollo. La misma observación es aplicable á las pizarrillas arcillosas.

Desde cerca de Felechas, siguiendo por Llama y Veneros hasta Las Bodas, no son sistemas más antiguos que el hullero, sino otro mucho más moderno, el cretáceo, el que limita la cuenca de Sabero por el extremo de P. Se compone, según ya hizo notar Prado, de arenas feldespáticas blanquecinas en su base, calizas arenosas y arcillosas, margas cenicientas, areniscas bastas y arenas amarillentas en la parte media, calizas fino-granudas, compactas, blanquecinas y algo arcillosas en la superior.

De todos estos tramos, el de más valor industrial en relación con el laboreo de las capas de carbón es el inferior, vulgarmente llamado caolín, no sin fundamento, pues es una mezcla de esta substancia con cristalillos y guijarros pequeños de cuarzo. Al pie de Colle y en

Grandoso hay una ancha faja de este caolín que, por su blancura, se divisa desde grandes distancias entre el fondo sombrío de otros terrenos.

Una vez emprendidas en grande escala las explotaciones de la cuenca, serán, sin duda, objeto de varias especulaciones tales arenas feldespáticas, que podrán abastecer en grande escala al mercado de las primeras materias para la fabricación de loza, de cristal y de ladrillos refractarios. No por miles, sino por millones de metros cúbicos hay que contar el volumen de esa substancia que, con pequeñas interrupciones, acompaña á las cuencas hulleras en más de 150 quilómetros desde cerca de La Magdalena hasta Cervera del Rio Pisuerga, con anchuras que pasan de 100 metros en algunos sitios y que no suelen bajar de 20 á 30.

En las inmediaciones de Las Bodas la faja cretácea se bifurca en dos ramas, abarcando el extremo Occidental de la cuenca. La rama septentrional, más ancha que larga, avanza al NE. hasta Llama y Colle, en cuyo último pueblo la limita el devoniano. La rama meridional continúa de O. á E. por las inmediaciones de La Losilla á la Ercina, Oceja y Yugueros, en una faja paralela á la cual se abren las trincheras del ferrocarril de La Robla. Entre Yugueros y Cistierna queda en gran parte oculta por los conglomerados y gredas rojas cuaternarias, reduciéndose junto á las márgenes del Esla á dos pequeñas manchitas alargadas de arenas feldespáticas blanquecinas. Opina Prado que naturalmente debe creerse que las capas cretáceas deben extenderse más al S. por gran parte de la cuenca del Duero, sirviendo de asiento al terciario que la oculta, «dato de sumo interés, añade [1], que no se desaprovechará cuando se trate del establecimiento de pozos artesianos en aquellas inmensas llanuras, donde en algunos pueblos se bebe una detestable agua de pozo.»

También los bancos cretáceos estuvieron sujetos á grandes dislocaciones, según se nota desde las márgenes del Torío á las del Esla y todavía más al E. por las cuencas hidrográficas del Cea y del Carrión. Entre el Torío y el Curuheño las capas cretáceas buzan al SO.; desde el quilómetro 18 de la vía férrea de La Robla á Valmaseda hasta el 22 inclinan en sentido opuesto, y desde el 22 hasta cerca de Boñar, en las inmediaciones de la Vecilla, se retuercen otra vez con buzamiento meridional. Más cerca del carbonífero, entre Boñar y La

(1) *Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías*, pág. 16.

Losilla, las margas y calizas sabulosas cretáceas inclinan 45° al SO.; en el quilómetro 45 de dicha vía, poco antes de la Ercina, se levantan casi verticales, en las inmediaciones de Oceja inclinan 80° al NE., y en Yugueros tuercen de E. á O. arqueándose en el sentido del buzamiento septentrional.

Aunque no sea en toda su extensión, es seguro que por bajo del terreno cretáceo se prolongan los estratos hulleros; y no dudo que darían felices resultados las investigaciones que se hiciesen para encontrar capas de carbón en el pentágono comprendido entre Colle, Llama, Veneros, Las Bodas y Grandoso. Todavía más: pudiera suceder que, andando el tiempo, se prolongase á P. el laboreo por bajo de las cañadas que median entre los dos últimos pueblos y Boñar.

En algunas cuencas, tales como las de Valderrueda y Guardo, asociados al cretáceo, limitan la formación hullera, á veces casi tocando al carbón, grandes mantos de conglomerados y aglomerados cuaternarios. Respecto á la de Sabero, sólo se aproximan de quilómetro y medio á 2 quilómetros de distancia entre Cistierna y Yugueros sobre la derecha del Esla; y como, por otra parte, carecen sus rocas de importancia industrial, me limito á citar esta circunstancia únicamente como recuerdo.

Rocas que constituyen la cuenca.—Esta cuenca, lo mismo que las inmediatas, es de mucha sencillez en la composición de las rocas que la constituyen, y que, como en todas partes, fuera de los conglomerados, se reducen á pizarras y areniscas, unas y otras más ó menos arcillosas, por regla general repetidas veces alternantes. Las pizarras arcillosas son de muy diversa consistencia; pero, por lo común, se desagregan en hojillas muy delgadas, principalmente en una zona estéril de más de 300 metros de anchura que se extiende al N. de Sotillos, Olleros, Saelices y Sabero, desde la collada del primero, por las minas *Buronesa* y *Pilar*, al N. también de la *Rosario*. A veces, cuando son muy carbonosas, son negruzcas; pero casi siempre grises con manchas pardo-rojizas, amarillentas ó azuladas.

Las areniscas son más arcillosas y deleznables en la parte meridional que en la septentrional de la cuenca, si bien algunas veces, en contacto con el carbón, forman hastiales de excepcional y favorable consistencia. Su grano es grueso; corresponden á la variedad pizarreña muy impregnada de mica llamada *samita*, y sus colores son pardo amarillento, pardo rojizo y agrisado, de diversos tonos, desde el blanquecino al gris azulado obscuro.

En la base de la formación hullera, principalmente hacia su extremo oriental, se intercalan entre las pizarras y las areniscas bancos irregulares de conglomerados ó pudingas, compuestos de cantos pequeños de caliza, á veces angulosos, procedentes de las capas devonianas allí inmediatas, que hubieron de cercar los frondosos bosques, á los cuales se deben los potentes bancos de hulla.

Merced á un doble pliegue general á que se sujetaron las capas, esos conglomerados aparecen en las dos zonas extremas de la cuenca con espesores bien distintos. Muy próximos al límite septentrional, al O. de la collada de Sotillos y al NE. del punto de partida de la *Sabero* 3, por ambos lados del arroyo Pacedero, asoman reducidos á 5 metros de grueso, dirigidos al O. 10° N., con 65° de inclinación al S. Prosiguen con varias interrupciones hacia el N. de Sabero, en cuyo término adquieren mucho mayor desarrollo, pues al S. del Pico del Arrastradero forman ya una faja de 50 metros de anchura; y en las márgenes del arroyo de La Canalina, dentro de la *Rosario*, repentinamente doblan esa dimensión. Al otro lado del Esla, entre Santa Olaja y Fuentes, así como en Ocejo, el desarrollo de estos conglomerados es extraordinario, pues en algunos sitios pasan de 500 metros de anchura, no bajando su potencia de 150. Los caudalosos manantiales que salen de las cavernas inmediatas á las casas altas del pueblo de Fuentes, brotan de entre tales almendrones, que todavía continúan un quilómetro más á L., hasta el sitio nombrado Peñas Caídas, donde no baja de 60 metros el grueso total de sus bancos.

También á corta distancia del límite meridional de la cuenca, pero dejando inferiores y de más antigua sedimentación dos capas de hulla y varias de pizarras y areniscas, reaparece otra fila de conglomerados, con espesores cada vez mayores, desde el arroyo de Sotillos hasta cerca de la unión del Horcado con el Esla. Al S. de Sotillos, no lejos del estrecho de Alzón, se marca un banco de 5 metros de espesor hacia los linderos de la *Única* y la *Sabero* 7. Continúan las pudingas al registro *Encarnación*, al S. de Olleros, y se desarrollan con mucha mayor amplitud al O. del punto de partida de la *Sabero* 10, donde se retuercen abarquilladas en todos sentidos, revolviendo de N. á S., con inclinación occidental, hasta rematar del todo contra las calizas del monte Llaneces.

III

EXAMEN DETALLADO DE LA CUENCA

Atendida su forma irregular y su longitud, veinte veces mayor que su anchura media, para examinar detalladamente esta cuenca, con objeto de apreciar la riqueza de sus capas de carbón, mejor que seguir á éstas en el sentido longitudinal, es preferible cruzarlas repetidas veces por diferentes secciones en dirección transversal, ó sea de N. á S.

EXTREMO OCCIDENTAL.—En el remate occidental de la cuenca señaló Prado la primera capa de carbón á corta distancia al S. de Las Bodas, y entre este pueblo y Veneros apunta la segunda, interrumpiendo los afloramientos, que efectivamente están borrados en largos trechos de la superficie. A 30 metros al S. de Llama pasa la línea de contacto del cretáceo y del hullero, y comienza este sistema por una capa de carbón de 60 centímetros, inclinada al S.SO., remate occidental de una de las más seguidas de la cuenca, que indudablemente continúa por debajo del cretáceo al S. de Grandoso.

Al pie de la Peña del Castillo, que sobresale á corta distancia al E. de Las Bodas, el devoniano cruza el río de la Losilla que serpentea más abajo en una garganta tortuosa. Entre Las Bodas y Veneros el hullero ensancha gradualmente limitado en arco de círculo por el devoniano, y la línea de contacto de ambas formaciones se separa entre 50 y 200 metros de la margen izquierda del citado río, á corta distancia al S. del segundo pueblo citado.

Entre la Peña del Castillo y el Recuesto de los Gazapos la faja carbonífera se reduce á 200 metros de anchura y sus capas, 2 (fig. 1), inclinadas al N.NE., encajan entre el devoniano, 1, y el cretáceo, 3, que buzan discordantes en sentido contrario. En el Recuesto de los Gazapos, sobre la confluencia de los arroyos Escucha y Veneros, dentro de la concesión *Sabero* 9, además de las dos capas de Las Bodas, espaciadas 8 metros, con variable inclinación al O.SO., se reconocieron otras cinco, algunas de más de un metro de grueso, y sobre ellas se desarrolla una masa potente de areniscas blanquecinas de

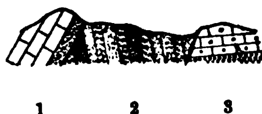


Fig. 1.—Corte al O. de Veneros.

grano grueso, asociadas en su base á otras ferruginosas, amarillentas y parduscas, entre las cuales se intercala un banco delgado é irregular de gonfolita.

En la tercera pertenencia de la *Sabero* 9 acaban los bancos de arenisca dura, y en la cuarta afloran al N. de Veneros varias capas, algunas de un metro de espesor, que se siguieron con desordenadas labores hoy arruinadas. Por esta parte, siguiendo el camino de Veneros á Colle se desarrolla el carbonífero con más de 500 metros de anchura, presentándose los estratos por el orden que á continuación se expresa, hasta pasada la margen izquierda del río de la Losilla:

1—Pizarrilla arcillosa devoniana.
2—Caliza fosilífera del mismo sistema.
3—Pizarra carbonífera en que se intercala junto á Veneros un lecho de hulla.
4—Grueso banco de arenisca inclinado 80° al S., que forma un saliente en el terreno.
5—Faja hullera compuesta de areniscas, pizarras y un banco interpuesto de almendrón ó gonfolita de un metro de grueso, retorcidos todos los estratos con buzamiento septentrional predominante.
6—Otra faja hullera de 30 metros de ancho, en que se descubren el 2.° banco de almendrón de 3 metros de grueso y varios afloramientos de carbón.
7—Gran capa de hulla que en ciertos sitios pasa de 7 metros de espesor y que se explotó por gentes del país hasta la profundidad de 10 metros, en una longitud de 50 á 60 á cada lado del camino, predominando el buzamiento meridional.
8—Otra faja hullera de 20 metros de anchura incluidos varios afloramientos de carbón y un banco de almendrón de 5 metros de grueso.
9—Zona hullera septentrional de 8 metros de anchura, en capas inclinadas al NE.
10—Caliza cenomanense inclinada 70° al N., buzamiento que denota un desarreglo estratigráfico muy marcado de las rocas secundarias entre Las Bodas y Veneros. Entre Veneros y Llama las capas cretáceas se retuercen con diversas inclinaciones y cambios de alineación, pues en el Salto del Raposo á 300 metros al NO. del segundo pueblo inclinan 45° al O. 20° N.

El corte geológico según el meridiano de Colle ofrece la siguiente serie estratigráfica:

1—Pizarra arcillosa que en los bancos superiores se hace margosa y fosilífera.
2—Calizas tabulares y compactas con muchas especies fósiles devonianas.
3—Arenas cuarzosas cretáceas, con caolín, en fajas blancas, rojizas y amarillentas.
4—Caliza arenosa amarilla con fósiles cenomanenses, inclinada 25° al O.
5—Faja hullera que comienza junto al lugar de Llama con dos afloramientos de carbón, entre pizarras inclinadas 65° al S. 20° O., á las que siguen areniscas cuarzosas, haciendo saliente en el terreno en una zona de 60 metros de anchura.
6—Faja hullera central en estratos sumamente retorcidos y dislocados, que en la mina *San Juan* inclinan 60° al S.SE.
7—Faja hullera meridional de 35 metros de anchura, compuesta principalmente de pizarras arcillosas blandas y foliáceas, las cuales se confunden con las devonianas, bajo las que yacen por una inversión completa de los estratos.
8—Faja de cayuela devoniana que se distingue de la pizarrilla hullera por su color gris verdoso y rojizo á la vez.
9—Grandes masas de caliza devoniana que sobresalen en los crestones inmediatos de la Peña del Cerezal, y del Pico de la Barrosa ó del Matadero.

Por ambas orillas del arroyo de La Pedrosa, entre 1 y 2 quilómetros al S. de Llama, la faja hullera meridional contiene cinco capas de carbón. La situada más al N. tiene un metro de caja y 70 centímetros de hulla bastante sucia, por estar demasiado mezclada con pizarra. Sigue muy próxima la 2.ª capa, que en la mina *Unión* fué cortada por una transversal de 60 metros de largo, á los 20 metros de su entrada, presentando 90 centímetros de carbón graso y duro que da el 50 por 100 de cribado y galleta. En la misma mina, á un nivel 5 metros más bajo de esa transversal hay otra que cortó ambas capas, inclinadas 50° al S.SE. y separadas por una faja de pizarra de 2 metros de grueso. La 3.ª capa mide espesores comprendidos entre 1 y 3 metros; la que sigue es de 80 centímetros, y la última

de 60. La 3.ª capa se explotó parcialmente hasta hace ocho años en la mina *San Juan* (antes *San Pedro*), con desordenadas y miserables labores de rapiña.

En la mina *Fortuna*, que sólo comprende 12 hectáreas y pertenece á una compañía del país, una transversal, alineada de N. á S., de 150 metros, cortó las cinco capas siguientes:

1.ª A 55 metros de la entrada, con espesores irregulares y un metro de grueso, pero en ciertos sitios de labores antiguas pasó de 4 metros, reduciéndose, en cambio, á pocos centímetros por la parte de la izquierda.

2.ª A 20 metros de la anterior con 60 centímetros de grueso.

3.ª A 13 metros de la 2.ª, con un metro de caja y 60 centímetros de carbón, pero que á los 3 metros de galería de dirección se redujo á la guía.

4.ª A 10 metros de la 3.ª con 90 centímetros de carbón en la transversal, pero que también falló á corta distancia de ella.

5.ª De sólo 40 centímetros, á 3 metros de la 4.ª, con la que tal vez se reúna en labores sucesivas.

Los carbones de estas capas son grasos, pero muy quebradizos, y más al S. hay otras dos poco exploradas, una de 1m,30 y otra de 70 centímetros, probablemente repetición de las anteriores. A causa de sus multiplicadas dislocaciones, los estratos se retuercen en esta mina con variables inclinaciones al E. 20° N., al pié de la collada de Llama, donde están separados por una falla de la pizarrilla ó cayuela devoniana que á ellos parece sobrepuesta.

Sección entre Felechas y Sotillos.—A 350 metros al E. de Llama con la *Sabero* 8 y á 600 metros al S. de Felechas con la *Sabero* 3, comienza el coto de la *Sociedad de Sabero y anexas*, que examinaré á partir del meridiano del segundo pueblo.

Concluyen las calizas devonianas, 1 (fig. 2), á 300 metros al S. de Felechas, presentándose las areniscas y pizarras hulleras, 2, retorcidas en todos sentidos, acusando las profundas dislocaciones que siguieron á su formación. Aparece la primera capa con 0m,90 de espesor á 50 metros al N. del camino de Boñar, hallándose al E. de la Venta de Felechas dividida en dos seciones, separadas por un intermedio de cayuela con buzamiento septentrional. A otros 50 metros al S. de dicho camino, en el espacio de 25 metros, afloran tres lechos de hulla que tienen respectivamente 10, 40 y 50 centímetros de espesor.

Pasada la Vallina de Sotillos, á menos de 100 metros de su margen

izquierda, en la Retuerta, cruza la tercera y cuarta pertenencias de *Sabero* 8 una capa de 1^{m},30, á 70 metros de la cual existe más al S. otra de 3^{m},50, sobre la que se abrió antiguamente una galería hoy hundida.

Los estratos se mantienen inclinados 37° al S. 15° O. con mucha regularidad, hasta una fila de crestones de arenisca muy dura, 3, é inmediatas á ellos existen otras dos capas: una al N., dividida en dos lechos de 0^{m},80 en el yacente y 0^{m},40 en el pendiente, sumando en total 1^{m},20 de carbón; y la última, de 0^{m},70 á 60 metros de la anterior. Ambas se extienden al pie de la peña de Castro y de las escarpadas crestas de Los Corralines, por la depresión llamada Mata de

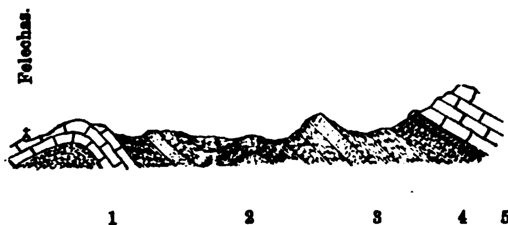


Fig. 2.—Corte por el meridiano de Felechas.

la Cinta, compuesta de la pizarrilla devoniana, 4, coronada de grandes bancos de caliza, 5, del mismo sistema.

Poco más al E., en Val de Legrija, cañada cerrada de monte, intermedia entre La Retuerta y la Vallina Honda, aparecen los afloramientos de las capas acabadas de reseñar, una de las cuales, en los confines de la *Dichosa*, asoma con 1^{m},40 de espesor. Siguiendo más al N. á lo largo del mismo Val de Legrija, por la *Sabero* 8, existe un desarreglo estratigráfico, y merced á éste, en corto trecho, caen las capas muy tendidas al N., de pronto se ponen verticales, y no tardan en normalizarse con buzamiento meridional. Así se explica que en el tercio inferior de la cañada haya capa de carbón que, aflorando con 2^{m},50 de espesor, acabe repentinamente en cuña reducida á la quinta parte.

Siguiendo una línea transversal á un quilómetro al E. de la anterior, se cruzan las dos minas citadas, *San Luis* y su demasía al poniente de la collada de Sotillos. En el punto de partida de la *Sabero* 3, sobre la izquierda del arroyo de las Panderas, la primera capa

de carbón mide 2m,30 de espesor con 65° de inclinación al S. 10° O.; á 150 metros más adelante asoma la segunda con 1m30; 40 metros más al S. se halla la tercera, de igual potencia próximamente, á la que sigue, por fin, á corta distancia del camino de Boñar, otra subdividida en varios lechos por repetidas intercalaciones de pizarra.

Por las orillas del arroyo que baja al Porma desde la collada de Sotillos, los bancos de arenisca y de pizarra que separan dicho grupo del siguiente, al S. del camino de Boñar, inclinan entre 55 y 60° al S.SO., después de otras inflexiones correspondientes á pliegues y roturas más enérgicos.

Penetrando en la *Sabero* 8 se cortan las capas citadas en la línea anterior: las dos primeras de un metro, la tercera de 5; y 18 metros más al S., en el comienzo de La Vallina Honda, está la última de la concesión con 2m,50.

Otra línea transversal que se siguiese por la divisoria del Porma y del Esla, es decir, pasando por la collada de Sotillos, nos daria los resultados siguientes:

Entre 600 y 700 metros al NO. de Sotillos y de 220 á 250 al N. del camino de Boñar, se encuentra la primera capa septentrional con un espesor de 1m,80 en El Arguezal. Se dirige al O. 20° N., inclina 65° al S.SO., prosigue á la *Angelita* y se extiende por la *Sabero* 3, al N. de la collada de Sotillos. Cien metros más al O. se retuerce, pasando de la vertical al buzamiento septentrional, cruzándose hasta los confines de la mina *Luis* una faja de pizarras carbonosas estériles, en las cuales se restablece el buzamiento meridional, que se sostiene constante á lo largo del camino de Boñar. A 160 metros al S. de éste tiene la *Luis* su primera capa con 1m,20 de espesor; á los 29 metros de ésta asoma la segunda; á los 22 más al S. la tercera, con espesores variables entre 1 y 7 metros, según los afloramientos en que se observen; y, por fin, en los 70 metros siguientes se ven otras tres, las dos primeras comprendidas entre 0m,50 y 0m,70, y la última con 2m,70 en algunos sitios.

Pocos metros más al S. principia la *Sabero* 6, con dos capas, separadas por un espacio estéril de 4 metros, que suman de 7 á 8 de espesor, se pliegan al buzamiento N., y reaparecen á 35 metros más al S. con los respectivos anchos de 5 metros y 2m,10.

Tres capas principales existen, siguiendo más al Mediodía, en terrenos de la *Última*, la *Perla* y su demasía, notándose por este lado de la cuenca muchos desarreglos estratigráficos, pues aquéllas se di-

rigen al N. 15° O., inclinando 75° O. en varios sitios, es decir, casi en ángulo recto con la alineación más general. La primera se divide en tres lechos por dos regaduras de 15 á 20 centímetros; la segunda mide, en largos trayectos, entre 1 y 2 metros de espesor, si bien en algunas labores recientes se arruga en varios nudos irregulares; y, por fin, la tercera mantiene con bastante uniformidad la potencia de 1m,40.

Entre la collada de Sotillos y el pueblo baja el arroyo de igual nombre que cruza oblicuamente las pertenencias de la *Luis*, y donde se cortan las capas anteriormente reseñadas. Entre 600 y 700 metros al O. 8º S. de Sotillos hay una muy mezclada de pizarra, inclinada al O.NO., retorcida según la dirección y con un metro ó poco menos de espesor, que aumenta considerablemente 47 metros más abajo siguiendo el curso del arroyo; y á corta distancia más al O. otra muy próxima aflora con una potencia de 4 á 5 metros. Por esta parte de la cuenca se acentúan las dislocaciones de los estratos, que ora se retuercen verticales, ora caen con poca inclinación y diversos buzamientos.

Otro punto donde fueron enérgicas las dislocaciones del terreno es en el barranco de Las Varganas, que corre paralelo al N. del de Peña Aguda, juntándose al Sotillos poco antes de la reunión de los tres. Por ese lado, al S. del cerro de La Raposa, las capas del N. tienen buzamiento septentrional, é inclinan de opuesto modo las del S., retorcidas y desgarradas de mil maneras.

Meridiano de Sotillos.—Al N. de Sotillos comienza el hullero por una gran masa de areniscas cuarzosas duras, pasadas las cuales y unas pizarrillas carbonosas que las acompañan, aparecen dos lechos de hulla de 0m,50 á 0m,70 de espesor. Cien metros más al S. hay otra capa como la anterior, prolongación oriental de las de *Sabero* 3, dividida en secciones por algunas vetillas de pizarra arcillosa fuertemente inclinadas al S., á 160 metros antes de llegar al pueblo.

Entre Sotillos y el estrecho de Oceja, siguiendo la línea media transversal de la cuenca, se cruzan los siguientes afloramientos, prolongaciones respectivas de las capas anteriormente reseñadas:

1.° A 100 metros de la iglesia del pueblo, muy cerca de las casas, uno de 1m,60.

2.° Capa de más de 7 metros de espesor en algunos sitios, prolongación occidental de la del punto de partida de *Sabero* 5, é incluída también en esta mina excepcionalmente rica, pues en dicho punto

(antigua *Carmen*) se arrancó una bolsada superficial que no midió menos de 31 metros de grueso.

3.° Capa también de grandes ensanches y estrecheces, con buzamiento meridional y una potencia media que no baja de 3 metros.

4.° Capa de un metro que penetra en *Sabero* 6, repentinamente inclinada en sentido contrario.

5.° Afloramiento insignificante, pero que debe tenerse en cuenta para las futuras labores subterráneas.

6.° Capa que en unos sitios mide 1m,30, en otros más de 3, no bajando el promedio de 2. Se halla en el límite meridional de *Sabero* 6, inclina 60° al NE. y arma entre cayuelas deleznables.

7.° y 8.° Afloramientos irregulares en bolsadas, á las cuales sólo asigno, en junto, 1m,50 de espesor como promedio.

9.° Capa irregular, donde se acodan los estratos, correspondiendo su inflexión al fondo del valle. No juzgo prudente señalar más de un metro de espesor medio á esta capa.

10. Afloramiento irregular de 0m,30, término medio.

11. Afloramiento irregular, análogo al anterior.

12. Capa de 0m,40, retorcida al S.

13. Capa irregular de 0m,55, entre bancos respectivamente levantados hasta cerca de la vertical.

14. Capa de un metro, con mezcla de cayuela carbonosa, tendida hasta menos de 40° de inclinación.

15. Capa de 0m,85, separada de las siguientes, que forman la faja meridional, por un banco de conglomerado de 5 metros de espesor, al que sigue un crestón de arenisca dura, muy cuarzosa, inclinada 60° al N. 40° E.

16. Capa de 0m,28.

17. Otra capa de 1m,20 de espesor medio.

18. Otra capa irregular de 0m,50.

19. Capa de un metro, retorcida al S., inmediata al estrecho de Oceja.

Las capas 7 á 9 afectan por este meridiano á la demasía de la *Perla*, y las 11 y 15 están comprendidas principalmente en la *Única*, donde se sostienen con mucha regularidad sus espesores, ofreciendo carbones de clases excelentes muy estimados en el país. La capa principal tuvo en su comienzo menos de 0m,30 de anchura; pero siguiendo la galería abierta sobre ella, á menos de 50 metros al E. del punto de partida de esa mina, se normalizó con un metro de espesor muy

constante, llegando en sitios á 2, con 80 á 85° de inclinación al S. Avanzaron los mineros hace doce años hasta 175 metros al E. 27° S., sin gastar apenas madera en la entibación, gracias á la resistencia de los hastiales; pero ocurridos varios desprendimientos de grandes losas de pizarra y de arenisca, aquellos obreros, desprovistos de guía inteligente, principiaron á batirse en retirada, dejando en ruinas sus primitivos avances.

Al E. de la *Única* continúan las capas á la *Mayorgana*, y en la falda S. de la loma donde ésta radica, hay cuatro principales inclinadas al N.: la primera, de 1ᵐ,40 de espesor; la segunda, de 2,50 á 25 metros de la anterior; la tercera, de 1,50 á 21 metros de la segunda, y la cuarta, reducida á 0,60, á 11 metros más adelante. Las cuatro suman un espesor en carbón de 6 metros; las sigue una zona estéril de 260 metros, y después aparecen las de la faja meridional, ó sean de la 16 á la 19, que cruzan á lo largo de la *Sabero* 7 y continúan al E. por la *Aurora* y la *Dolores*.

El arroyo de Peña Aguda se ajusta á un eje anticlinal, según el cual buzan al S. las pizarras hulleras de su derecha y al N. las de su izquierda. Entre 100 y 200 metros sobre esta última orilla afloran en la *Sabero* 7 tres capas dirigidas al O. 10° N., con inclinaciones de 65 á 75°. La más septentrional es la del punto de partida, y no tiene menos de 1ᵐ,70 de espesor, habiendo sido objeto de raquíticas y desordenadas labores en tiempos antiguos; y las otras dos son de espesores comprendidos entre 1 y 2 metros, hallándose la más meridional cerca del límite de la concesión á corta distancia de las calizas.

Junto al extremo SO. de la *Sabero* 7 se halla la pequeña concesión *Amalia*, en gran parte enclavada en los crestones calizos de Peña Aguda, contra la cual se retuercen muy trastornadas las capas de hulla que en algunas labores se alinean al N. 15° O. con variables inclinaciones al E., si bien por esa parte el buzamiento septentrional es el predominante. Una gran porción de esa mina está comprendida en el devoniano, circunstancia que contribuye á su escaso valor.

PARTE CENTRAL DE LA CUENCA.—La *Única*, la *Mayorgana*, parte de la *Sabero* 7, la *Encarnación*, la *Aurora*, las *Sabero* 2, *Angelita*, *Buronesa* y su demasía, y las *Sabero* 5, 6 y 4, ocupan entre Sotillos y Olleros el centro de la cuenca, siendo las tres últimas de excepcional y extraordinaria riqueza.

Empezando por la *Sabero* 2, que es la más septentrional de toda la serie, en su punto de partida, sobre la derecha del arroyo del Ro-

dio, se abrieron labores en una capa de 4 metros de espesor, dividida en tres secciones: la del pendiente, de 0m,80, con un carbón excelente para fraguas; la del medio, de 0m,40, y la del yacente con cerca de un metro, pero muy mezclado el combustible con cayuela. Por el pendiente inclina 50° al S. y por el yacente 70°, lo que indica un rápido ensanche en profundidad, cuya importancia no se puede hoy comprender por hallarse hundidas las labores. Hacia el E. se prolonga al cerro de La Mata Grande, donde aflora con menor potencia.

En los confines de *Sabero* 2 y de la *Angelita*, á un quilómetro de Sotillos, sigue otra de 2 metros de grueso, y 100 metros al S. hay otra de 0m,85, distante 25 al E. del corral de Santiago Rozas. Entre ambas se interponen tres bancos de arenisca dura, cuyas cresteci llas sobresalen entre la pizarra arcillo-carbonosa, la cual, 20 metros más al S., cambia su buzamiento al N.NE., restableciéndose el meridional á 250 metros más adelante, sobre la derecha del camino de Boñar. Junto á éste, en terreno de la *Sabero* 5, se halla otra capa de 5 metros, á 64 metros de la cual aflora otra de 5m,70. Estas dos capas, sobre la izquierda del arroyo Horcado, adquirieron en algunos sitios espesores comprendidos entre 14 y 25 metros, que por hallarse en la superficie motivaron bárbaras explotaciones á cielo abierto, cuyas huellas no se han borrado al cabo de tantos años. Siguen á ellas otras tres: 1.ª, de 3m,25, encajada entre pizarras tendidas con 20° de inclinación al N.; 2.ª, que dibuja multiplicadas ondulaciones con muy variable grueso, á veces de 10 metros; 3.ª, que conserva en largos trechos un espesor de 1m,60, inclinada de 80 á 85° al SO., y sobre la cual se abrió hace diez y seis años una galería hoy abandonada.

A 500 metros al SO., sobre la izquierda del arroyo Adiles y en el punto de partida de la *Sabero* 6, existe otro nudo ó bolsada de carbón de 13 metros de ancho, percibiéndose inmediatas señales de afloramientos de otras capas.

En el meridiano de Olleros el hullero y los terrenos que lo limitan se presentan de N. á S., según se indica en la figura 3.

1—Cuarcita devoniana inclinada al NO., 300 metros.
2—Pizarrilla arcillosa blanda, 60 metros.
3—Caliza blanquecina y dolomía amarillenta del devoniano, alternantes con otra pizarra arcilloso-calífera ferruginosa, roja con listas amarillas y verdosas.

4—Caliza roja cambriana.

5—Caliza gris con *Favosites cervicornis*, *Spirigerina reticularis* y otros fósiles devonianos, desgajada de la masa general entre dos fallas.

6—Primeras capas del hullero compuesto de pizarras foliáceas y areniscas alternantes entre las cuales se marca un banco de conglomerado de 4 metros de grueso formado de guijo menudo de cuarzo con cemento silíceo-arcilloso amarillo.

7—Capa de la antigua *Sucesiva*, precedida de una zona de pizarra arcillo-carbonosa foliácea de 50 metros de anchura, en la que se intercalan algunos lechos escasos de arenisca.

8—Arenisca cuarzosa que forma una cresta saliente en el terreno de 4 á 5 metros de ancho, situada á 100 metros al S. de la 7.ª

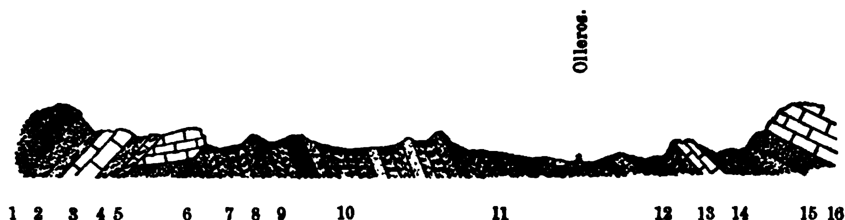


Fig. 3.—Corte á través del meridiano de Olleros.

Sobre ella se apoya la 2.ª capa de carbón, que en unos 500 metros de longitud tiene el espesor medio de un metro próximamente, reduciéndose más á L. al grueso de 30 centímetros.

9—Tercera capa de carbón de 25 á 35 centímetros de espesor, situada á 200 metros de la anterior.

10—Zona estéril de pizarra arcillosa deleznable en capas retorcidas en todos sentidos, sin afloramiento alguno de carbón, comprendiendo un ancho de cerca de 400 metros.

11—Zona rica de Olleros en la cual se incluyen nueve capas de carbón con los caracteres que más adelante se detallan.

12—Faja hullera meridional entre la cual se incluyen algunos bancos de almendrón y se intercala un banco de caliza devoniana, 13, que debe estar desgajado entre dos fallas. Pasada una fajita estrecha de pizarras hulleras, 14, siguen las cayuelas y areniscas devonianas, 15, coronadas por la caliza, 16.

Las capas 6 y 7 se extienden por las tierras de la Gatuña, con 65 á 70° de inclinación al S.SO; con las 8 y 9 cruzan á lo largo de la mina *Sabero* 2, y parte de ésta así como casi toda la *Buronesa*, están comprendidas en la zona estéril, 10. En el límite meridional de la última cambia el buzamiento de los estratos en sentido contrario.

Los notables afloramientos de las inmediaciones de Olleros en las minas *Sabero* 4, 5 y 6 motivaron hace nueve años las principales labores que hoy se ven en esta cuenca, habiéndose establecido cuatro pisos con sus correspondientes transversales y galerías de dirección sobre casi todas sus capas, que no bajan de diez.

La transversal del primer piso mide 270 metros y cortó seis capas. La situada más al S., que llaman 5.ª, tiene un metro de espesor medio y es la más sucia, pues la divide en dos vetas una faja de *pastión* ó arcilla negra carbonosa y plástica. La 2.ª está á 25 metros de la 1.ª, tiene un espesor medio de 1m,80, con variaciones comprendidas entre 30 centímetros y 5 metros, da un carbón duro y limpio, con más del 25 por 100 de cribado. A 35 metros al N. de la 2.ª se halla la 3.ª, con espesores comprendidos entre 1 y 4 metros, llevando en su centro una intercalación de 10 á 30 centímetros de pizarra dura en bolas. A 58 metros de la 3.ª está la 4.ª, reducida á 60 centímetros con diversas estrecheces é interrupciones, doblada en figura de fondo de barco hasta reunirse con la 6.ª, que tiene caracteres idénticos, disgregada también en bolsadas, algunas de 10 metros de largo y 5 de grueso máximo. Ambas capas están descompuestas cerca de la superficie. La 6.ª capa, á 26 metros de la 5.ª, está reducida á pocos centímetros de grueso en esta parte de la cuenca.

La transversal del segundo piso del grupo de Olleros, situada á 600 metros al O. de la del primer piso, cortó en sus 270 metros de longitud, las ocho capas siguientes, designadas de S. á N.:

1.ª A los 12 metros de la entrada con 2 metros de espesor.

2.ª A los 60 metros con 3 metros y sobre la cual se abrió una galería de dirección de 140 y que se abandonó por falta de altura para la explotación.

3.ª A los 71 metros con 1m,50 de potencia, cruzando por debajo de las casas del pueblo.

4.ª A 23 metros más al N. que la anterior. Se encontró con 2 metros de carbón y se siguió en dirección al O. hasta los 320 de longitud, donde esterilizó completamente por otros 90 metros siguiendo la dirección. Pasados éstos, reapareció con 3 metros de espesor

en otros 20 metros de largo, al cabo de los cuales siguió la galería en estéril otros 120 metros. Desde esta galería de la 4.ª capa se hizo un recorte á la 3.ª que siguió con espesores comprendidos entre 1 y 2 metros hasta los 500 de longitud, en que volvió á esterilizar por completo. Las dos secciones mencionadas de las galerías 3.ª y 4.ª sirven de galería general de arrastre en este piso.

5.ª En la superficie tiene anchuras hasta de 3 metros, pero la transversal la cortó á los 145 metros de la entrada con la mitad de esta potencia. Por el lado del E. se explotó en unos 200 metros; y á 160 metros del comienzo de esta galería de dirección se trazó una transversal que encontró la 7.ª capa á los 70 metros.

6.ª A 8 metros de la anterior se redujo por esta parte á una bolsada de 2 metros de grueso máximo, que se explotó en dos pequeñas secciones por cada lado de la transversal. Probablemente continuará por ambos rumbos, pasadas las estrecheces ó fallas que la recortan.

7.ª Hallada á los 220 metros de la boca de la transversal, se siguió al O. en 360 metros con espesores comprendidos entre 3 y 9 metros. Al E. se viene explotando á cielo abierto.

8.ª A los 50 metros más al N. de la anterior es una capa gruesa, pero muy mezclada de pizarra, que la hace muy sucia y se deja sin explotar.

A 200 metros al N. de Olleros se explotó á cielo abierto una sección de la capa 7.ª de 300 metros de largo con la profundidad media de 15 metros hasta la sobreguía del segundo piso. No bajó de 6 metros su espesor medio en esa sección, habiéndose verificado el arranque por trozos de 3 metros de largo, dejando un macizo vertical con gruesos que variaban de 50 á 80 centímetros para seguridad del terreno y la contención de los rellenos de la parte inmediata recién arrancada. La extracción del carbón se efectuaba por un pocillo de 80 centímetros de diámetro abierto en un costado del tajo.

Entre las capas 5.ª y 6.ª hay una fila irregular de bolsadas, algunas de las cuales miden hasta 20 metros de largo con el espesor de 4 metros en algunos sitios.

Los estratos se dislocan excesivamente entre la iglesia de Olleros y el barrio del S., tendiéndose desde la vertical hasta menos de 30°, y formando diversas inflexiones en el sentido de la dirección cerca de la casa de Santiago Rozas, en cuya esquina asoma otra capa de 2 metros de grueso, retorcida al NE. é inclinada al NO. Tal vez esta

capa corresponda á la que llaman *cero* en Olleros, que cruza á 60 metros al S. de la núm. 1 y que no fué cortada por la transversal.

A 475 metros de la transversal oriental del segundo piso del grupo de Olleros se halla la occidental que cortó la capa 5.ª sólo con 30 centímetros; pero investigada en dirección aumentó su ancho hasta 3 metros á los 60 más á P. Análogamente se encontró en estéril la 6.ª; pero á la referida distancia llegó hasta los 4 metros de espesor. La 7.ª se encontró con otros 4 metros de grueso, y la 8.ª forma allí una zona de 15 metros, en que alternan las pizarras y las bolsadas de carbón, algunas de las cuales se explotaron por hundimiento.

La transversal del tercer piso se halla á 330 metros á P. de la anterior y cortó la 5.ª capa con un metro, la 6.ª reducida á la guía, la 7.ª con 3 metros, la 8.ª con 1,50, la 9.ª con un metro, y á 75 metros más al N. se halló la 10.ª con un metro de carbón limpio, pero falló á los 15 metros, por lo cual fué abandonada hasta mejor ocasión.

A 210 metros de la transversal del tercero está la del cuarto y último piso, que cortó la 5.ª capa con 2 metros, la 6.ª en estéril, la 7.ª con 2,50 y la 8.ª con 1,50, pero de carbón muy sucio.

Pasado un intermedio estéril, á 500 metros al SO. de Olleros, junto al camino de Oceja, en la mina *Encarnación*, afloran las siguientes capas: una de $0^{m},95$, que inclina 70° al N.; otra de $0^{m},60$, á 10 metros de la anterior, y después otra á los 20, con un ancho de 9, subdividida en varios lechos delgados. Preséntanse después algunos bancos de almendrón, notándose en la arenisca que la sucede varios pliegues en que predomina el buzamiento meridional, retorciéndose por fin las capas al NE. con diversos grados de inclinación al NO.

Al S. de la *Sabero 4* se prolongan á la *Dolores* otras dos capas que hay más al S., procedentes de *Sabero 4* y de la *Aurora*. La principal varía en su espesor entre 1 y 3 metros, y fué objeto de mezquinas explotaciones hechas por gentes del país, á quienes pertenece la concesión. Hay una galería de dirección, de 46 metros de larga desde su boca hasta un pozo de ventilación que tiene $12^{m},20$ de hondo, y desde éste avanzaron 35 metros más al O. A 6 metros del citado pozo hay otro de dimensiones exageradas, donde se halla el punto de partida de la mina.

A 26 metros al S. de la anterior hay otra capa, inmediata ya á las calizas y paralela á ellas, arrumbada al O. 10° N.

Al E. del meridiano de Olleros, siguiendo el curso del arroyo de La Herrera, se cruzan diagonalmente las capas del centro de la cuen-

ca, habiendo recogido en el terreno los siguientes datos: Al N. de la *Sabero 4*, en Las Pecinas, los estratos se retuercen, pliegan y desgarran en diversos sentidos, incluyéndose varias vetas irregulares de carbón, algunas de más de un metro de espesor en ciertos sitios. A 200 metros más al S. siguen las dislocaciones de las capas, entre éstas una de hulla en dicha mina, notable por sus multiplicadas arrugas. A 90 metros de distancia, siguiendo el arroyo, existe sobre su derecha la boca de una galería arruinada en que se siguió una capa inclinada al N.NO., quedando en El Cojal otra intermedia de $0^{m},90$ con 70° de inclinación en sentido contrario. A 40 metros al S. de la galería, poco antes del pontón donde el camino de Boñar cruza el arroyo, se ve otra capa de $0^{m},90$; y continuando hacia el límite meridional de la cuenca, todavía en la *Sabero 4*, entre el arroyo Horcado y la Peña de las Agujas, sitio nombrado Valdetorno, existe otra capa de $0^{m},90$, dirigida al O. 30° N. con buzamiento septentrional, subdividida en tres lechos.

Las minas *Estrella* y *Segura*, que suman 86 hectáreas, pertenecientes á la Sociedad *Nueva Montaña*, radican entre Olleros y Sahelices, cruzando por ellas las ocho capas de carbón siguientes, que reciben allí la numeración que á continuación se expresa, contando también de S. á N., como se efectúa el avance de las transversales:

1.ª, ó sea la número 3 de Olleros, que entre el arroyo de la Herrera y el Horcado tiene un espesor medio de 3 metros. Presenta en las márgenes del Herrera un salto al N. de 30 metros de amplitud.

2.ª, á 76 metros al N. de la 1.ª, con el espesor de $2^{m},50$.

3.ª, á 26 metros de la 2.ª, con $1^{m},50$ de grueso.

4.ª, entre 20 y 30 metros de la anterior y con el grueso medio de 2 metros.

5.ª, de un metro de potencia á 94 metros de la 4.ª

6.ª, á 23 metros de la 5.ª, con espesores comprendidos entre 2 y 4 metros, pero de carbón demasiado blando y muy sucio.

7.ª, entre 20 y 50 metros de la 6.ª, con un metro de carbón más duro que las otras capas anteriores.

8.ª, á los 35 metros, término medio, de la 7.ª, y también de carbón duro y compacto.

Todas las capas inclinan al S., y en la 6.ª se marcó una inflexión con buzamiento opuesto en la longitud de 20 metros. Entre la 4.ª y la 5.ª se intercala un lecho sin importancia en los afloramientos.

Con muy poca altura, por la depresión del terreno, empezaron los

trabajos de estas minas por una transversal diagonal de 160 metros que cortó la 6.ª capa en falla. Desde allí se torció de S. á N. la galería de recorte hasta la 7.ª capa, que es casi estéril en 50 metros de largo, revolviéndose las labores á cruzar de nuevo la 6.ª capa, sobre la cual se abrió una galería de dirección de 190 metros, de los cuales los 30 primeros se cortaron en carbón, siguieron á éstos 5 en falla, después 12 en hulla, á los que siguieron 17 metros en estéril, otros 70 de carbón con una bifurcación que por la rama del S. acabó á los 40 metros, y que por la del N. ensanchó con 2 metros de grueso hasta terminar en la 3.ª falla.

Entre las fallas 1.ª y 2.ª se abrió un pozo de reconocimiento que dió el positivo é interesante resultado de averiguar que la capa 6.ª continúa en carbón hasta los 100 metros de profundidad á que llegó esa labor, en vista de lo cual se decidió la apertura de un pozo maestro de 4m,50 de diámetro. A partir de éste se proyecta la apertura de diferentes pisos de 25 metros de altura.



Fig. 4.

Los desmontes del ferrocarril de Olleros á las instalaciones de Vegamediana descubrieron con mayor claridad los muchos trastornos estratigráficos de la zona meridional de la cuenca al pie de las crestas calizas de Valdetornos por las minas *Sabero 4*, *Estrella* y *Segura*. En la Vallina de la Llamosa, la capa 6.ª de la *Estrella* se presenta desgarrada con secciones que se alinean al NE. é inclinan 30° al NO. en algunos puntos, y buzando 75° al S. en su prolongación oriental. Esa capa se halla junto á la vía fraccionada en tres ramas, como se indica en la figura 4.

Más á P. se ve la 5.ª capa dividida en dos ramas: una de 60 centímetros y otra de 40, encajada entre areniscas y con una faja intermedia de *pastión* de 80 centímetros.

Entre pizarras y areniscas aflora la 4.ª con más de un metro de grueso, pero se adelgaza al nivel de la vía, donde inclina 60° al S. 12° O. Rizada con varias ondulaciones sigue la 3.ª capa, casi del todo estéril, y acompañada de la 2.ª capa continúa al N. de los bancos calizos de la Peña de las Agujas. Entre éstos y los peñones devonianos de Valdetornos, situados más al S., pasan en una estrecha fajita las capas 1 y *cero* en dirección al Hayedo de Sabero (mina *Gonzalo*). El serrijón de la Peña de las Agujas avanza hasta 200 metros al SO. de Saelices con un ancho de 100 metros formando una cresta saliente

arrumbada al N.NE., que, por su mayor resistencia, contribuyó á las dislocaciones estratigráficas que se han anotado.

MERIDIANO DE SAELICES.—En los confines de la *Sabero* 1 y la *Primavera*, tocando los límites de la cuenca, aparece la capa más septentrional con cerca de 2 metros de espesor, pero muy mezclada de pizarra en su afloramiento. Suceden á ella otras dos, la principal con 1 á 2 metros en las primera y segunda pertenencias y 45° de inclinación al SE., llegando á 70° en las tercera y cuarta, donde mide $1^{m},20$ en unos sitios, $2^{m},30$ en otros, pudiendo admitirse $1^{m},60$ como promedio.

Si se repara en el plano adjunto, estas tres capas avanzan de 250 á 300 metros al N. con relación á las prolongaciones al E. de las capas más septentrionales de la *Sabero* 2, lo que me hace dudar si esa diferencia en las distancias se debe á una falla transversal ó diagonal, en relación con las dislocaciones que se notan en Olleros. Sin labores subterráneas que pongan en claro la mayor ó menor importancia de esos trastornos estratigráficos de la superficie, difícil será, sin embargo, afirmar ó negar la existencia de esa falla; y obsérvese además que junto al arroyo de Los Argañales, al pie de los cerros de Los Matizales, las fajas de areniscas y de pizarras estériles revuelven al NE. con 45 á 55° de inclinación al NO.

Cerca del límite de la *Estrella* y la *Segura*, á unos 200 metros al S.SE. de la iglesia de Saelices, se abrió hace años una transversal de 80 metros de largo que cortó las capas 8 y 7 reducidas á poco más de medio metro de grueso; y más adelante se halla la 6.ª bifurcada en dos ramas que se unen pasado el río Horcado. Por esta parte se interpone entre las capas 7 y 8 un banco de almendrón que no se encuentra en Olleros.

Las dislocaciones estratigráficas continúan á P. del monte de Castro, por las minas *Rosario* y *Sabero* 11, en la cual se comenzó á explotar en tiempos antiguos, sobre la derecha del Horcado, una capa que pasa de un metro de espesor, con cuyos menudos se fabricaba un coque de excelente calidad. Las labores, todavía practicables en parte, ponen de manifiesto excavaciones de alguna importancia, inclinando los estratos de 40 á 60° al N. 26° O., é indudablemente es aquélla la prolongación oriental de la capa más importante de la *Sabero* 1.

INMEDIACIONES DE SABERO.—Al pie de la ermita de San Blas, subiendo por el arroyo de las Llatas, á un quilómetro de la fábrica

vieja, asoma la base del hullero compuesta de grandes bancos de almendrón con algunos cantos y guijarros cuarzosos, y que son la prolongación oriental de los lechos que hay á un quilómetro al N. de Olleros, aumentando gradualmente su ancho desde el meridiano de este pueblo al de Sabero. Comienza ese arroyo en el Cortado. Sobre la Peña, que así llaman á una escarpa de caliza devoniana en bancos inclinados al O. 40° S., doblados en un anticlinal con relación á los de la Peña del Arrastradero, situada más á L. A partir de este pico peñascoso las capas se suceden de N. á S., según se representa en la fig. 5:

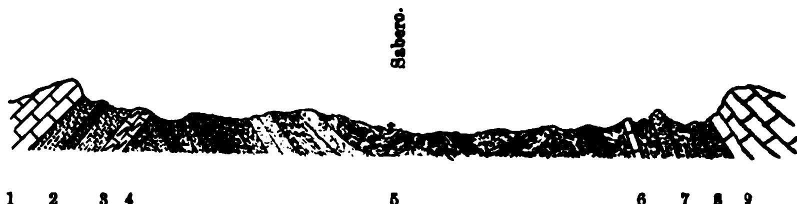


Fig. 5.—Corte á través del meridiano de Sabero.

1—Caliza fosilífera devoniana, 160 metros.
2—Pizarras arcillosas muy foliáceas, alternantes con areniscas, más ó menos ferruginosas, 40 metros.
3—Caliza roja cambriana con señales de trilobitos, *Orthis*, *Orthisina*, etc., 50 metros.
4—Conglomerado hullero que ensancha hasta más de 100 metros hasta el Alto de la Loma.
5—Alternancia de areniscas y pizarras, inclinadas 65° al S.SO.
6—Caliza devoniana interpuesta en Peña Llaneces.
7—Fajita hullera meridional.
8—Pizarrilla devoniana.
9—Caliza devoniana de la Sierra Alta.

Las capas devonianas del Arrastradero inclinan 75° al O.NO., y en la falda oriental del mismo monte queda cortada la faja cambriana por los estratos hulleros, alineada al N. 38° O. y doblada con fuerte inclinación al O.SO., desarreglo estratigráfico que coincide con otros más acentuados de las márgenes del Esla, entre Aleje y Argovejo.

Entre el barrio alto de Sabero y el de Enmedio las capas se tuercen al S. 10° E., tendiéndose con menos de 35° de inclinación occi-

dental, que gradualmente vuelve á aumentar hasta los 70°, en contacto con las primeras capas de almendrón brechiforme, á las que siguen otras en bancos hasta de 5 metros de grueso. Junto á uno de ellos hay una capa de arenisca con algunos guijos cuarzosos en la que abundan los *Calamites*.

A 300 metros al SO. del pueblo, junto al camino de Valdevillar, tiene la mina *Rosario* una capa de carbón de 0m,25 de espesor entre cayuelas muy quebradas y con variables inclinaciones; pero más al Mediodía, en la *Sabero* 10, es donde mejor se pueden comprobar con exactitud las revueltas y pliegues en el sentido de la dirección lo que Prado señaló bien en su mapa geológico de la comarca. En el punto de partida de dicha mina se levantan los estratos muy inclinados al E. 10° S.; unos 30 metros más adelante los lechos carbonosos se reúnen en una capa de 1m,40 de espesor, encajada entre cayuelas deleznables, cubiertas de areniscas; y otros 20 metros más al S. existe un pozo antiguo donde todos los bancos se encorvan en arco.

A los 30 metros al E. de la primera capa asoma otra paralela de 0m,74; 12 metros más adelante hay una tercera, reducida á 0m,40, presentándose por fin, hasta tocar las calizas de Monte Llaneces, otra distante 150 metros al SE. del mencionado punto de partida. Esa misma adquiere al SO. de la montaña extraordinario desarrollo, buzando con diversas y contrarias inclinaciones, acompañada de algunos bancos irregulares de conglomerado, que terminan cortados por la caliza devoniana, como si ésta fuese una roca hipogénica y de formación posterior.

El hullero al S. de Sabero envuelve este islote y avanza al SE. en un golfo, en cuyo centro se halla el arroyo del Encinar. Despréndese además de la masa general de la cuenca una fajita de 50 á 60 metros de ancho que desciende al camino de carro de Sabero á Cistierna al NE. de sierra Alta. Esta fajita sobresale en el Alto del Valle, marcándose entre las pizarras hulleras (fig. 5.ª) por un crestón de arenisca muy cuarzosa que sobresale con 70° de inclinación al SE. entre la 1.ª y la 2.ª capa de carbón. Asoma invertida sobre ella una fajita de caliza devoniana, á la que se yuxtaponen con inclinaciones gradualmente decrecientes las cayuelas devonianas extendidas en una banda de 40 metros de anchura y las grandes masas de calizas compactas de las cumbres de la sierra Alta. Sucesivamente se presentan más al N. del devoniano las cuatro capas de carbón de la zona meridional.

La Peña del Castillo corta más á L. la cuenca, dejando á un lado esta fajita hullera, que desciende hacia el Esla entre esa Peña y el collado Bajero, prolongación oriental de Peña Traviesa.

A 800 metros al N. del arroyo del Encinar hay otra rama hullera de 200 á 300 metros de anchura, limitada al N. por Peña Castillo, Peña del Monte y su prolongación oriental, ó sean Los Vallinos, formando la depresión llamada Prado Fuego.

En la parte más alta del Hayedo de Sabero, al pie de los crestones calizos de la Juaca, radican las minas *Gonzalo* y su demasía, donde se marcan cuatro capas de carbón en una faja que mide 25 metros de ancho, en las cuales se abrieron varias labores hace dos años. La más occidental, en los límites de la concesión, fué una galería siguiendo una de esas capas, dividida en dos vetas de 20 á 30 centímetros de grueso. Con entero desconocimiento del terreno se abrió 40 metros más al E. la segunda galería, que fué una transversal en curva, principiando en los confines del hullero y de las pizarras devonianas, en las cuales se penetraron 30 metros, y los otros 10 cruzaron las calizas tabulares verdosas con crinoides, y la caliza compacta.

Cien metros más al N. de la anterior se abrió otra transversal que en sus 84 metros de longitud cortó la capa más septentrional de las cuatro con $1^m,50$ de espesor medio, y la cual se siguió á L. en 100 metros de longitud. Las otras labores de la mina *Gonzalo* se redujeron á calicatas y pocillos de investigación hoy cegados.

En definitiva, se reconoció por todas ellas que las cuatro capas meridionales de la cuenca tienen los siguientes espesores medios: la 1.ª, de 1 á 2 metros; la 2.ª, á 20 metros más al N., hasta 4 metros; la 3.ª, á 10 metros más al N. de la 2.ª, es de $1^m,50$, y la 4.ª, á 30 metros más al N., se reduce á las dos vetas citadas.

La colladita ó loma de Prado Fuego que media entre el Monte Llaneces y las Peñas del Castillo de San Martín, marca la inflexión que hacen las capas hulleras arrumbadas casi normalmente al O.NO. con 70° de inclinación septentrional, en el límite de la *Sabero* 10, al pié de los crestones de caliza de dichos montes y del Hayedo. Por esta parte las calizas devonianas aparecen desgarradas en todos sentidos, pues en la Peña del Castillo buzan 80° al SE., en la Peña Traviesa ofrecen diversas inclinaciones al S., y en la Peña del Monte inclinan al NE. En las vertientes occidentales de este último, á 300 metros al SE. de la iglesia de Sabero se encorvan las areniscas y los

conglomerados paralelamente al arco que describen los estratos en el Alto de los Valles.

INMEDIACIONES DEL ESLA.—En relación con los trastornos estratigráficos de la *Sabero 10*, hay en la *Rosario* y sus inmediatas otros dignos de mención. Entre 200 y 500 metros al NE. de Sabero, las capas se encorvan hasta arrumbarse de N. á S. con variables inclinaciones al O.; mas por ese lado la cuenca es bastante pobre.

Sobre la derecha del Esla, próximas á Alejico, la mina *Rosario* tiene una capa de 0m,70, otra de 0m,30 al N. del arroyo de la Catalina, y otras tres en su mitad meridional muy cerca de su punto de partida, sin que ninguna llegue á un metro de espesor. Las samitas obscuras, con cayuelas carbonosas que las encajan, inclinan 50 y 60° al N., á pocos metros de la barca de Sabero; pero se observan en ellas repetidos plieguecitos parciales, retorciéndose en los límites de la concesión con 55° de inclinación al O.SO.

Los conglomerados que hay al pié del Arrastradero avanzan al SE. formando un cabo saliente en el cerro de la Cueva del Gato; y cerca de este punto, por las lomas de las Santaniellas, en la mina *Porvenir*, á unos 400 metros al N.NO. del punto de partida de la mina *Angelita*, encaja en la arenisca una capa de carbón que comenzó en la superficie por 35 centímetros, aumentando su grueso en profundidad. Las labores de reconocimiento que en ella se efectuaron hace varios años no fueron suficientes para demostrar el verdadero interés de dicha concesión.

En el monte Carranja, por el extremo occidental de la mina *Luz*, siguiendo el camino de carros del Arrastradero, asoma un afloramiento de carbón de 30 centímetros, y 40 metros más al S. se halla otra capa de hulla formada de dos lechos de á 20 centímetros, separados por una faja de pizarra de 40 metros con vetillas carbonosas intercaladas de 1 á 3 centímetros. Se alinean al E. 5° N., pero se arquean luego al N. 28° O., inclinando 75° al O.SO. A corta distancia después vuelven al O.NO. con buzamiento meridional.

Otro afloramiento de 60 centímetros de grueso, que se marca en la vallina de la Ajagun, por los confines de las minas *Luz* y *Angelita* inclina 60° al SE.

Radica la mina *Angelita* en los prados de Aleje, donde las dislocaciones estratigráficas se hacen mayores, aflorando en su punto de partida una capa de carbón de 50 centímetros encorvada al N.NE. con 60° de inclinación al E.SE. Cerca de ese afloramiento hay otros

dos con buzamiento opuesto, y 200 metros más al E., en el paraje nombrado Las Tercias, asoma otro lecho carbonoso de 30 centímetros irregularmente alineado de N. á S. con 80° de inclinación al O.

De tales datos estratigráficos parece deducirse que por esta parte la cuenca pierde mucha importancia industrial.

Siguiendo á cortas distancias de la margen derecha del Esla, se ven, sin embargo, algunos afloramientos de cierto interés, por donde se halla la mina *Barquera*. Junto á los almendrones del límite septentrional de la cuenca hay una capita delgada; y á 50 metros más al S. se descubrió en una calicata otra capa que alcanza un metro de espesor á 150 metros de la derecha del río. Encaja entre areniscas y pizarras con 60° de inclinación al SE.: es probablemente la continuación oriental de la capa *Sucesiva;* y á 130 metros más al S., en el punto de partida de dicha *Barquera,* se practicaron en 1901 varias labores sobre otra capa inclinada 50° SE. con otro metro de espesor. El principal trabajo fué una transversal trazada en arco de círculo de 150 metros de largo, que cortó la capa á los 120 de su entrada, notándose se doblaba en fondo de barco, por lo cual reapareció á los 10 metros más adelante. Esta capa se prolonga á la *Juliana* con 60 centímetros de grueso; más al NE. se reduce á un lecho inaprovechable, y encaja en las pizarras arcillosas, pero éstas, por ambos lados, tienen espesores que en raros sitios pasan de un metro, pues á su vez se hallan incluidas entre gruesos bancos de arenisca que por el lado del S. suman hasta 40 metros de grueso. Por este rumbo sigue á ellas un banco de gonfolitas, alternan después de éste otras areniscas con pizarras, y todas las capas se doblan repentinamente, sin duda á causa de una falla, levantándose hasta tener 80° de inclinación al NE. en las inmediaciones de la barca de Sabero, donde sobresalen con 25 metros de espesor gruesos bancos de almendrón.

Al otro lado del Esla la cuenca pierde su importancia industrial y se subdivide en varias ramas estrechas y tortuosas entre los grandes cerros y picachos devonianos derivados de Peña Corada, que se extienden por los términos de Santa Olaja, Fuentes y Ocejo. Por todos ellos las capas se muestran con multiplicadas dislocaciones y retorcidas en todos sentidos; pero el buzamiento meridional es el más general; las inclinaciones oscilan entre 20 y 85°, y se intercalan lechos delgados é irregulares de carbón de escaso provecho.

Por el extremo SE. de la formación, un islote alargado de caliza devoniana que pasa por la collada de Valdegrijas separa de la faja

principal otra muy estrecha limitada al S. por los peñones de las Capillas hasta rematar en las vertientes del NO. de Peña Corada, según se dibuja en la figura 6.

1 —Caliza devoniana.
2 —Pizarra arcillosa devoniana.
3—Dolomías.
4—Fajita hullera.

Esta fajita se reduce á 60 metros de anchura media, y las capas de que consta, sin afloramientos de carbón, se presentan entre las calizas y pizarrillas devonianas desgajadas entre dos fallas.

Santa Olaja está edificado sobre caliza y arenisca devonianas, que á 50 metros al O. del pueblo se ocultan debajo de un conglomerado cuarzoso bastante raro en esta cuenca. Se compone de cantos angulosos y de gran tamaño de areniscas y cuarcitas devonianas y silurianas, y su formación debió ser puramente local en una de tantas depresiones que en lo antiguo existieron en el país, muy distintas y diversamente repartidas que las hoy existentes.



Fig. 6.—Corte á través de Valdegrijas.

La mina *Petra* radica junto á Santa Olaja, y á 100 metros al S.SE. de este pueblo, hace más de ocho años, se abrió una galería de 160 metros junto al camino de Fuentes, siguiendo una capa que se alinea al N. 15° E., inclinando 50° al E. A corta distancia de su entrada, hoy en ruínas, revuelve al O. con buzamiento septentrional y se reduce á un lecho de pizarra negra con varias vetillas intercaladas de carbón, que en total sólo suman de 30 á 35 centímetros. A 100 metros más al E. 22° N. la misma capa aflora en un anchurón irregular que no tiene menos de 10 metros de ancho en la longitud de 40; pero el combustible está acribillado por vetas de pizarra, lo que le quita mucho valor. Su pendiente es de arenisca, á la que sigue en 2 metros la pizarra, cubierta á su vez por el almendrón poligénico brechiforme, en el que se intercalan vetas irregulares de arenisca de grano grueso. Reducida á pocos centímetros de grueso, termina la capa de que se trata entre el devoniano del estrecho de Ocejo, junto á la mina metálica la *Tarsila*.

La faja hullera que hay por esta parte oriental de la cuenca se

prolonga al N. 8° O., reducida en su principio á 200 metros de ancho, pasando por las Canales del collado de las Matas, de donde continúa á la Trapa de Argovejo, según se detallará más adelante.

A 300 metros al E. 15° N. de la transversal de la mina *Petra*, en la conclusión oriental de la misma concesión y paraje nombrado La Gargolada, hay un afloramiento carbonoso de 3 metros de anchura, de los cuales 2m,50 se componen de pizarrilla negra con vetillas inútiles de hulla de imposible aprovechamiento. Se sobrepone á ellas la pudinga, entre la cual aflora otro lecho de carbón de 30 centímetros de grueso, que sólo inclina 25° al SO.

A 3 quilómetros al S. de Santa Olaja sobresale la Peña del Cuerno, que es un pico de caliza derivado de Peña Corada, contra el cual se apoya la fajita hullera meridional de las varias que forman la prolongación oriental de la cuenca de Sabero, separando la depresión de Valdegrijas del vallejo de Marniegos, que baja al pie de Fuentes. Sobre dicha caliza se apoya la pizarrilla arcillo-carbonosa, con diferentes lechos de hulla muy delgados, extendida en unos 500 metros de anchura hasta medio quilómetro al S. de dicho pueblo, donde tuerce su buzamiento al S., cubierta por las gonfolitas onduladas en todos sentidos con pequeñas inclinaciones.

Alineadas al E. 40° N. las areniscas y pizarras silíceas se retuercen onduladas con muy diversas inclinaciones en Fuentes; y á corta distancia al N. y NO. de este lugar toman un desarrollo extraordinario en extensión y potencia los conglomerados calizos. Sobresalen en el collado del Saverón, el Cogote de la Calzada, el del Medio y el de las Matiquias, cuatro lomas redondas y unidas que se elevan de 220 á 260 metros más altas que el Esla. Los mismos bancos se prolongan á un quilómetro más al N. por las colinas de la Gargolada, todavía más altas, hasta su contacto con la caliza de la Coroniella. No baja de 80 metros el espesor de este conglomerado, en que predomina el buzamiento oriental con no muy grandes inclinaciones.

Intermedia entre la Gargolada y las cuatro lomas citadas hay una depresión en que asoman las capas hulleras con algunos lechos insignificantes de carbón.

A un quilómetro al O. de Fuentes, en las minas *Fidelio* y *Faustina*, las capas hulleras se desgarran violentamente retorcidas en todos sentidos, predominando la inclinación al SO. Algunos lechitos carbonosos de 5 á 15 centímetros de grueso se ven intercalados entre las areniscas y pizarras de esa parte; pero el desarrollo principal del

hullero corresponde á los conglomerados, que entre dicho pueblo y La Red pasan en sitios hasta de 200 metros de espesor.

Las capas devonianas de Peña Corada descienden al S. de esas grandes masas de gonfolita, volviendo á asomar los lechos de carbón por las vallejas de los Cazares y de Marniegos. Un corte trazado al SE. de Santa Olaja, por donde radican las minas *Petra* y *Faustina*, daría la siguiente sucesión estratigráfica:

1—Caliza devoniana, cubierta en parte por la pudinga hullera.
2—Dolomía alternante con caliza de igual sistema.
3—Pizarrilla carbonosa negruzca desgarrada en todos sentidos en las márgenes del arroyo Marniegos al pie de Fuentes.
4—Pizarras arcillosas, alternantes con areniscas y algunas vetillas insignificantes de carbón, diversamente inclinadas al S.
5—Gran masa de gonfolita, derivada de la principal que hay al N. de Fuentes, en bancos alineados de NO. á SE., con lechos muy delgados de hulla.
6—Arenisca en una fajita de 3 metros de anchura, que encierra una capa de carbón de 35 centímetros y que se rasga con buzamiento opuesto.
7—Gonfolita retorcida en varios pliegues irregulares, que contiene también, como el núm. 5, varios lechos de hulla inaprovechables. En el monte de los Riveros motivaron estos últimos las labores de las minas *Valentina* y *Pedro*, hoy hundidas, no pasando de 30 centímetros el espesor máximo de las capas que se explotaron.
8—Pizarrilla carbonosa inclinada 70° al E. 20° N. con varias intercalaciones de hulla inutilizables.

Resumen.—Voy á resumir brevemente las observaciones geológicas que preceden; y considerándolas desde el punto de vista de la explotación, sentaré las siguientes afirmaciones:

1.ª La parte más rica de la cuenca de Sabero se halla comprendida entre el meridiano de la collada de Sotillos y el meridiano de Saelices, siendo el término de Olleros el que presenta mayor cantidad de carbón.

2.ª Las minas *Sabero 4*, *Sabero 5*, *Sabero 6* y *Estrella* son las más abundantes, siguiendo en segundo término *Sabero 1*, *Sabero 2*, *Sabero 3*, *Sabero 7*, *Sabero 8*, *Sabero 10*, *Sabero 11*, *Luis* y *Rosario*, los grupos de Veneros y el de la *Mayorgana*.

3.ª No hay una sola concesión donde no se observen repetidas dislocaciones de los estratos, y las más frecuentes consisten en cambios de dirección, de inclinación y de buzamiento, aflorando más de veinte capas, si bien desde el punto de vista científico son fracciones de 8 á 10 únicamente, que asoman de dos á tres veces.

4.ª Sensiblemente y como promedio general, las capas se dirigen de E. á O., y los cambios al NE. ó al N. sólo se mantienen en pocos metros de longitud hasta en el extremo oriental de la cuenca, donde son más enérgicas ó más repetidas las dislocaciones.

5.ª Las inclinaciones más frecuentes oscilan entre 50 y 70°, y en más sitios son superiores que inferiores á estas cifras.

6.ª Hay dos grupos de capas con arreglo á sus espesores: uno en que éstos varían mucho en longitud y profundidad, con gruesos extraordinarios de 4 á 25 metros, y otro el de la *Sucesiva* ó septentrional en que la potencia media está comprendida entre 0m,70 y 2m,50, manteniéndose con favorable regularidad.

7.ª Varía mucho, según las capas, la consistencia de los hastiales; pero en las del segundo grupo son frecuentes los trayectos en que no será muy costosa la entibación.

8.ª Las capas varían mucho en la riqueza y consistencia de sus carbones. Las hay en que éstos salen muy limpios; pero más de la mitad de aquéllas exigen cuidadosa clasificación para el carbón grueso y esmerado trabajo en el lavado de los carbones.

9.ª En el sentido de la longitud de la cuenca pueden considerarse las zonas siguientes:

A.—Zona septentrional, en la base de la formación, que interesa á las minas *Sabero 3*, *Sabero 2*, *Sabero 1*, *Sabero 11* y *Rosario*.

B.—Zona estéril que cruza por la collada de Sotillos, se prolonga entre el cerro del Rodio y el arroyo Horcado, pasa entre 260 y 600 metros al N. de Olleros, sigue entre el cerro de La Mata y Saelices, y, por fin, al N. de Sabero, comprendiendo gran parte de las minas *Buronesa*, *Pilar* y *Sabero 1*.

C.—Zona central ó media donde radican las minas de mayor riqueza, señaladas en la segunda observación.

D.—Zona meridional que afecta á las *Sabero 8*, *Sabero 7*, parte de *Sabero 4*, de la *Rosario* y la *Sabero 10*, el grupo de la *Mayorgana* y la *Estrella*.

IV

DATOS INDUSTRIALES

Aunque no sean tan completos como hubiera deseado obtenerlos, trasladaré á continuación varios datos relativos á la calidad y cantidad de los carbones de esta cuenca, al laboreo de sus minas y á su producción.

Calidad de los carbones.—Cuantas personas han ensayado los carbones de Sabero están conformes en decir que son de los mejores, si no los más excelentes, de las cuencas de Castilla, y así se deduce de los resultados obtenidos en distintas épocas por los Sres. Filgueira y D. Ramón Pellico.

A D. Patricio Filgueira se deben los siguientes datos, sacados de un cuadro de 80 ensayos de carbones de distintas procedencias y publicados en la *Revista Minera*, tomo VII, año 1856:

NOMBRE DE LA CAPA	Carbono fijo.	Cenizas.	Substancias volátiles.	Pirita de hierro.
Sucesiva (hoy Sabero 2, 3, etc.)...	79'534	3'070	11'892	0'504
Abundante (Sabero 4 y 5).........	72'890	5'120	20'630	1'360
Palentina (Sabero 11)............	68'128	13'107	14'935	3'830

El color de las cenizas de la primera era rojo obscuro, y el de las de las otras dos rubio muy claro.

Las cantidades de coque respectivas eran de 82'97 por 100 en las *Sabero* 2, 3, etc.; 79 en las *Sabero* 4 y 5, y 84'02 en la *Sabero* 11.

Las muestras recogidas por D. Ramón Pellico en 1885, se ensayaron en el Laboratorio de la Escuela de Minas de Madrid, y dieron los siguientes resultados:

NOMBRE DE LA CAPA	Carbono fijo.	Cenizas.	Substancias volátiles.	Pirita de hierro.	Coque.
Sabero 6..................	72'90	3'40	23'70	7'194	76'30
Sabero 5..................	76'20	1'90	21'90	7'569	78'10
Sabero 3..................	»	»	»	»	77'50

El carbón de la primera capa arde con llama azulada, blanco-amarillenta, durante siete minutos y con cenizas ligeramente rojizas; el carbón de la segunda arde con llama idéntica durante diez, dejando cenizas algo más rojas; y el carbón de la tercera es de llama más corta, amarillo-rojiza, desprende humos negros abundantes y de color bituminoso, dura aquélla siete minutos y deja cenizas blancas con puntos rojos.

Ensayadas cuatro muestras de carbones que recogí en esta cuenca, mi compañero Sr. Fernández Valdés ha encontrado la composición siguiente:

	Sabero 7.	Sabero 11.	Sabero 4.	Sabero 4.
Materias volátiles............	22'80	18'95	18'00	23'05
Materias sólidas..............	77'20	81'05	82'00	76'95
TOTAL..............	100'00	100'00	100'00	100'00
Cenizas.....................	2'60	4'85	8'10	2'30
ANALISIS DE LAS CENIZAS				
Sílice........................	19'40	8'80	19'00	8'87
Alúmina......................	45'42	14'09	20'00	36'15
Oxidos de hierro.............	19'58	9'57	7'23	30'14
Cal...........................	7'40	25'19	22'18	10'31
Magnesia.....................	1'80	1'88	8'87	3'28
Oxidos de manganeso.........	0'19	0'93	1'12	0'47
Acido sulfúrico..............	4'94	34'60	20'04	8'79
Acido fosfórico..............	1'66	5'37	1'79	1'92

Cantidad de combustible.—Por incompleta se tendría una Memoria geológico-industrial, si no se aventurasen en ella algunas cifras relativas á la cantidad de mineral explotable que, siquiera toscamente aproximadas, se encierran en la comarca ó región de que se trate. Forzoso es á todo ingeniero someterse á tan enojosa rutina que casi siempre nos conduce á las más criticables equivocaciones. Buen ejemplo de los errores hasta donde se suele llegar en esta materia, nos lo dió un geólogo tan ilustre como el mismo D. Casiano de Prado. En su Memoria de Sabero, sin señalar cantidad aproximada, dice lo siguiente: «En vista de lo dicho, pudiera creerse que las capas de carbón de piedra no penetran en aquella cañada á gran profundidad. Puede decirse, en efecto, que esto es cierto respecto de las del S., que á pesar de hallarse á grande elevación, en algunos barrancos se las ve terminar hacia abajo en cuña, como en la rinconada de Castiello y en la de la collada de Llama, y que además se ven quebrantadas é interrumpidas á lo largo. Pero las capas del centro y del NE., al menos las principales, son muy constantes en dirección, y se puede asegurar que lo son también en profundidad, y, en efecto, sería difícil concebir que una capa ó una reunión de capas de 15 á 20 ó más varas de potencia, como la *Carmen* (hoy *Sabero* 5), que se presenta en lo alto de la cañada cerca de Sotillo, y se prolonga por un lado hasta Saelices y por otro hasta Llama, donde se extiende por debajo del terreno cretáceo llevando gran pujanza, á pesar de una diferencia de nivel de cerca de 400 varas, concluyese á poca distancia de la superficie. En la misma vega de Boñar se puede asegurar que gana mucha profundidad. De modo que ninguna empresa de carbón de piedra en España, inclusa Langreo, posee una masa tan enorme de carbón de piedra como la Palentina-Leonesa.»

Las grandes explotaciones de carbón que se han ido desarrollando en las cuencas asturianas desde mediados del siglo anterior hasta el día, han descubierto hasta qué punto fué equivocada esta última apreciación del memorable Prado. D. Guillermo Schulz, que conoció tan perfectamente la provincia de Oviedo, señaló, por el contrario, para la cuenca de Sabero una cifra que hoy nos parece demasiado baja.

Ocho años después de la Memoria de Prado, en el artículo titulado «Explotación de la hulla y del hierro en España,» que se publicó en el tomo VII de la *Revista Minera*, con relación á las cuencas de Castilla, se dice: «Hay en las provincias de León y Palencia otras 10 leguas cuadradas de rico terreno carbonífero en diferentes grupos

cercanos al borde septentrional de las llanuras de Castilla; encierran, por lo menos, también á razón de 50 millones de toneladas cada una, y son 500 millones de toneladas.»

Juzgo más aproximadas á la verdad las evaluaciones de Gómez de Salazar y de D. Eduardo Fourdinier. Según consta en otro artículo del primero, publicado también en el tomo VII de dicha *Revista Minera*, se puede graduar en 52681 toneladas métricas de carbón por hectárea, de donde resultarían nada menos que 45.676534 para las 867'04 hectáreas de las minas de la Sociedad hullera de Sabero. En otra Memoria de 1868, el Sr. Fourdinier apunta los datos siguientes: altura, 2'50; potencia media, 20; peso específico de la hulla, 1'60, resultando 56 millones de toneladas.

«Veamos ahora, dice este último Ingeniero, si podemos fundar nuestra apreciación refiriéndonos al combustible propiedad de la Sociedad.

»Sobre la capa N. poseemos las concesiones números 11, 1, 2 y 3, pedidas y concedidas de manera que siguen las inflexiones de las capas, como puede verse en el plano. Pues bien: prescindiendo de las demasías y de la hectárea más al NE. de la *Sabero* 11, podemos contar en una longitud al hilo del criadero de 6500 metros. Como en la parte reconocida, y prescindiendo de las bifurcaciones que hemos indicado, la potencia varía entre $2^{m},24$ y $1^{m},40$, resultará como término medio $1^{m},82$, de los que deduciendo $0^{m},23$, grueso medio de la faja de arcilla, quedarán $1^{m},59$, ó en números redondos, $1^{m},50$ para potencia media de la capa.

»Por otra parte, si las diferencias de nivel entre las galerías de dirección y la altura media del terreno sobre la más alta, nos da una distancia mínima de 125 metros desde la superficie hasta el lecho del río Horcado, resultará que el volumen reconocido de esta capa es de 1.218750 metros cúbicos, los que, multiplicados por 1'34, peso específico de aquel combustible, producen 3.266250 toneladas métricas. Ahora bien: suponiendo que la capa penetra otro tanto por debajo del citado río, lo cual da una altura total de 250 metros, que dista mucho de ser excesiva, tendríamos para esta sola capa 6532.500000 quilogramos, quedándonos muy cortos, pues la distancia de nivel entre la vaguada del Esla y la divisoria del Porma excede de 400 metros.

»En cuanto al grupo medio ocupado por las concesiones números 4, 5, 6 y 8, queremos suponer que sólo tengan 10 metros de potencia; que la longitud de éstas, comprendidas en las concesiones, sea

de 5000 metros, y la profundidad la misma, teniendo además un peso específico de 1'33: llegaríamos á 16.250000 toneladas que, agregadas á las anteriores, arrojan un total de 23.157500 toneladas.

»Las labores se hicieron sobre la capa N., alcanzando como mayor desarrollo en longitud, según hemos indicado, 1400 metros. Como la *Sabero* 1 tiene más de 2000, puede considerarse como virgen este grupo. Otro tanto puede decirse del segundo, en que las labores no se hicieron en tanta escala.

»La cantidad que hemos obtenido, si bien existe, no puede extraerse á la superficie, pues siempre se pierde una gran parte en los rellenos, etc., etc.; y aunque el Sr. Salazar en la Memoria citada anteriormente sólo admite una rebaja del 10 por 100, y motivos sobrados tenía para saberlo, nosotros, en gracia de la previsión, nos quedamos aún más cortos, elevando las mermas al 25 por 100; pero aun así, llegamos á la cifra de 17 millones de toneladas en números redondos.

»Téngase bien presente que dejamos á un lado el combustible que se encuentra en las *Sabero* 7, 9 y 10, aun cuando todas tienen mineral á la vista y ocupan una corrida sobre las capas por lo menos de 400 metros.»

En resumen, las cantidades de carbón calculadas por cada uno de los ingenieros mencionados, son las siguientes:

Prado.	Indefinida, pero superior á la de Langreo.		
Schulz.	12 millones de toneladas.		
Salazar	33	—	—
Fourdinier. . . .	56	—	—
Pellico.	17	—	—

Desde luego se deduce que la cantidad de carbón de esta cuenca es muy considerable, según opinión unánime; pero chocará también á primera vista la discrepancia en las evaluaciones anteriores. Esto consiste principalmente en la imposibilidad de conocer el espesor medio y la profundidad media de las capas, y en la de distinguir en cada una el tanto por ciento aprovechable, á causa de sus muchas irregularidades, hallándose divididas á través en bolsadas de dimensiones indefinidas en todos sentidos con variables espesores, relativamente á los cuales es casi imposible señalar la cifra aproximada del combustible que en ellas se encierra.

Respecto á la profundidad, las cifras son todavía más inseguras, aventurando únicamente cada ingeniero la que, más ó menos toscamente aproximado, juzga á propósito para fijar un promedio; y sólo puede afirmarse que las capas de la zona septentrional alcanzarán mucha más altura que las de la zona meridional, según ya observó D. Casiano de Prado.

Todavía en este punto cabe otra causa de divergencia de pareceres entre los distintos ingenieros que se propusieran calcular las cantidades de carbón. Los afloramientos de la cuenca de Sabero, ¿responden todos á distintas capas? ¿Ó se repiten dos ó más veces por pliegues, fallas y otras alteraciones estratigráficas? Es mi opinión, como anteriormente expresé, que en su conjunto los estratos hulleros de esta parte de la provincia se doblaron formando una M tendida hacia el Mediodía, si bien los trazos del medio se arrugasen y torciesen con distintas inflexiones; y á ser cierta esta observación, cada capa asomaría de tres á cuatro veces en la superficie. Por este motivo no señalo como profundidad media más de 350 metros; pues si bien algunas capas excederán seguramente de esta altura, otras, en cambio, apenas llegarán á 100 metros por bajo del nivel del Esla.

El tanto por ciento aprovechable en cada capa es tan difícil de fijar actualmente, que no es extraño haya ingenieros, como Gómez de Salazar, que estimen en 10 por 100 las mermas, en tanto otros, como D. Ramón Pellico, hagan subir éstas al 25. A la segunda proporción me atengo en mis cálculos, pues si hay capas que tal vez no llegarán á dicho 10 por 100, en mayor número se encontrarán las que pasen del 30.

Hace diez años, para las 867 hectáreas que posee en la cuenca la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, calculé que existían 32.538450 toneladas que permitirían una explotación de 150000 toneladas anuales, durante el espacio de tiempo de un par de siglos. Para llegar á esa cifra estimaba que en total habría 94200 metros cúbicos de carbón por metro de profundidad de todas las capas, y que éstas avanzarían por término medio á la profundidad de 350 metros. Probablemente resultará exagerado este último dato; pero en compensación tal vez serán algo bajas las cifras señaladas para los espesores medios de las capas en cada una de las minas, razón por la cual creo que la cantidad de toneladas de carbón dicha puede mantenerse como aproximadamente aceptable.

Para la zona occidental de la cuenca de Sabero calculó el Sr. Re-

villa (1) que existían sobre el nivel de las aguas 2.500000 toneladas, y por bajo de este nivel 5.400000, ó sean en total 7.900000. Admitiendo que esta cifra sea también aproximadamente aceptable, no se juzgará exagerada la adición para el total de la cuenca de la cifra de otros dos millones de toneladas existentes en los grupos de la *Mayorgana*, de la *Estrella* y de las otras minas de menor importancia que no pertenecen á la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, y se hallan situadas á la derecha del Esla, resultando en definitiva para toda esta parte principal de la cuenca la cantidad de 48 millones de toneladas, cifra no muy inferior á la que Fourdinier señaló hace tiempo.

Laboreo de las minas.—Desde mediados del siglo pasado hasta la fecha el tercio occidental de la cuenca comprendido entre Las Bodas y la collada de Sotillos sólo ha sido explorado y ruinmente explotado con pequeñas labores de rapiña, por gentes del país que conducían en carros sus mezquinos productos á la villa de Boñar, donde se vendían y siguen vendiendo los carbones sin clasificar para el consumo doméstico, y el de los herreros y caleros del país. La mina *San Pedro* (hoy *San Juan*) fué la que se explotó con mayor empeño, y actualmente de las minas *Unión* y *Fortuna*, se extraen unas 100 toneladas mensuales que se conducen á la citada villa.

De esperar es que en cuanto la nueva Sociedad del Oeste de Sabero comience sus labores y haya hecho sus instalaciones, principie una época de explotación racional y ordenada, transportando sus productos por una vía económica al lugar de la Losilla, junto al cual cruza el ferrocarril de La Robla á Valmaseda.

A partir de 1895, la *Sociedad Vasco-Burgalesa* fué la que mayor impulso dió á la explotación de la cuenca. En los dos primeros años de su laboreo arrancaron las 72000 toneladas que había disponibles sobre el nivel del valle en el grupo de la *Mayorgana*, á la par que en el mismo tiempo y los cuatro años siguientes, ó sea hasta fines de 1901, extrajeron 192000 toneladas de las pertenencias arrendadas á la *Sociedad Sabero y anexas*. Al efecto, construyeron un ramal de vía de 60 centímetros de ancho hasta la estación de La Ercina, con la longitud de 2800 metros y el coste de 72000 pesetas incluyendo los cargaderos. A este gasto se agregó el de material móvil, inclusas dos locomotoras de 5 $^1/_2$ toneladas.

(1) *Memoria sobre la zona Oeste de la cuenca de Sabero.*

La mayor parte del menudo se vende ó se coquiza como sale de la mina después de cribar el grueso y la galleta, y únicamente se lavan los carbones más sucios en cajones alemanes.

A corta distancia del ferrocarril de la Robla, entre Oceja y la estación de La Ercina, así como al pié de las instalaciones y del último plano inclinado, se coquizan los menudos en pilas, cuyas dimensiones varían de 60 á 140 metros cúbicos, rindiendo del 50 al 55 por 100 de producto bastante aceptable en el mercado.

En la mina *Estrella*, de la *Sociedad La Nueva Montaña*, además del pozo maestro de que antes se habló, hay dos pozos de ventilación de 25 y de 37 metros respectivamente que comunican con la transversal oblicua. Esta es la galería general de arrastre, en la cual termina un ramal de enlace de 102 metros de largo hasta la vía de Olleros á Vegamediana. Constrúyese además, sobre la izquierda del río Horcado, para el sostenimiento de las escombreras, un muro de 117 metros de largo, 12 de altura y 4 de grueso, junto al cual se proyecta levantar los lavaderos de carbón, hornos de coque y demás instalaciones.

Concentradas cerca de Olleros las principales labores de explotación de la *Sociedad hullera de Sabero y anexas*, á partir de ese pueblo se estableció hasta Cistierna la línea general de enlace con el ferrocarril de la Robla, compuesta de dos secciones: la primera desde Olleros á las instalaciones de Vegamediana, la segunda desde éstas á la estación de Cistierna. La primera es de vía de 60 centímetros, tiene un desarrollo de 6 quilómetros, se ajusta á lo largo del valle de Sabero sobre la derecha del río Horcado, y en ella se efectúa el arrastre de los carbones por tres locomotoras de 10 toneladas de peso. La segunda mide 3 quilómetros, es de vía de un metro, atraviesa el Esla por un sólido puente de hierro, arrastrando los productos clasificados el mismo material móvil del ferrocarril de la Robla.

El coste del metro de transversal en roca dura es de 60 á 80 pesetas; el de transversal en pizarra de 40 á 50, y en las galerías de dirección el máximo llega á 20, habiéndose practicado varias secciones en que se pagaba el gasto de arranque por el carbón que extraía de ellas el contratista. Las capas anchas suministran á bocamina un carbón que no pasa del 14 por 100 de cenizas; pero esta proporción suele llegar al 18.

En números redondos, la *Sociedad hullera de Sabero y anexas* da

ocupación á 700 hombres, la tercera parte de los cuales trabajan en el interior, incluyéndose en los restantes el personal destinado á las construcciones, que han sido muchas y variadas en estos últimos años.

En Olleros hay cuatro cuarteles, casa del capataz, economato, lamparería y otros edificios. En el barrio de la Fábrica se aprovechó ésta para depósito de máquinas y talleres de reparación, habilitado con idéntico objeto que el que tenía antiguamente la casa para administración y oficinas. Se restauró el primitivo cuartel de obreros y se levantaron otros dos, además de una casa para el médico, botica, escuela y economato. En Vegamediana hay, además del lavadero y de los hornos, otro taller de reparación, casa-oficina, báscula y dos cuarteles de obreros.

El coste de producción á boca-mina es de 8 á 9 pesetas la tonelada en el grupo de Olleros, y agregando los gastos de clasificación y lavado se llega á 11 pesetas; la tonelada de coque cuesta de 16 á 18 pesetas, y la de briquetas de 18 á 19.

Las instalaciones de Vegamediana consisten en un taller de clasificación y lavado y en un grupo de hornos de coque.

El carbón que viene de las minas se vierte en una criba que separa el grueso, de las clases cuyas dimensiones no llegan á 40 centímetros cúbicos y que caen en una fosa, de donde las eleva una noria para verterlas en otra criba, de la cual se obtienen las cuatro clases siguientes: 1.ª, galleta (de 24 á 40 centímetros cúbicos); 2.ª, galletilla (de 12 á 24); 3.ª, granza (de 6 á 12); y 4.ª, menudos de 0 á 6. Las dos primeras clases se limpian en dos cribas de pistón, la granza en dos de inmersión, y los menudos en otras cuatro de este último sistema. Parte de los menudos se llevan á un depósito con destino á la venta, y otra parte se conduce á un triturador para someter el polvo á la coquización.

Esta se efectúa en tres baterías de 16 hornos del sistema de Coppée perfeccionado, cargando en cada uno 3 toneladas; la operación se hace en veinticuatro horas y llega el rendimiento al 73 por 100.

En la mina se emplean vagonetas de hierro y de madera de una tonelada de cabida; en la sección de Olleros á Vegamediana circulan vagones de 2 á 3 toneladas, y los que se toman de la Robla varían entre 8 y 13 toneladas.

PRODUCCIÓN.—En las minas de la *Sociedad hullera de Sabero y anexas* la producción media de estos últimos años ha sido la siguiente:

Cribado........................	12000	toneladas.
Galleta........................	18000	—
Granza........................	20000	—
Menudo........................	40000	—
Coque........................	20000	—
TOTAL..................	110000	toneladas.

Las labores en el grupo de Olleros han alcanzado bastante desarrollo para duplicar la producción; mas por falta de obreros, por las dificultades, al parecer irremediables, durante largo tiempo, en los arrastres del ferrocarril de la Robla, y por otras causas de distinta índole, se hace imposible llegar á la cifra que es debida.

V

CONSIDERACIONES RELATIVAS AL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA

Las mismas dificultades con que se tropieza en otras cuencas de España existen también en Sabero para el mejor aprovechamiento de los veneros.

En primer lugar, la subdivisión irregular de la propiedad de las concesiones se opone al desarrollo del plan más ordenado y económico de su laboreo. Las tres cuartas partes de la superficie de la cuenca pertenecen á la *Sociedad hullera de Sabero y anexas;* pero la cuarta parte restante de las concesiones se halla distribuída entre varios interesados, causando diferentes soluciones de continuidad perjudiciales para todos. Así, por ejemplo, la *Sabero* 9 está separada de las restantes de la Sociedad citada por el grupo de la titulada *Oeste de Sabero*, entre la cual quedan aisladas las minas *Fortuna*, *Unión* y *Unión* 2.ª, pertenecientes á otras personas. La *Sabero* 7 se halla separada del coto principal por la interposición del grupo de la *Mayorgana;* la *Estrella* y la *Segura* dejan al N. las *Sabero* 1 y la *Pilar* aisladas del importante grupo de Olleros.

Probablemente en mucho tiempo será prácticamente imposible la fusión de todas las Sociedades explotadoras en una sola, fusión que en el aprovechamiento permitiría introducir grandes economías, no sólo en los gastos generales, sino hasta en los más insignificantes de-

talles del laboreo. Repetidas veces se ha expuesto la fórmula aceptable de esa fusión, la cual no puede ser otra que la distribución de las acciones de la nueva Sociedad general explotadora proporcionalmente á la riqueza reconocida en las minas de las Compañías hoy existentes; pero actualmente no hay medio de realizar tan laudables propósitos.

Si en su parte principal, ó sea desde Las Bodas al Esla, toda la cuenca perteneciese á una sola Compañía, podría hacerse una explotación en tres grupos en cierto modo independientes: el occidental, cuyos carbones tendrían como salida natural una vía de enlace con la Robla, fuese á Boñar ó al lugar de la Losilla; el central, comprendido entre la collada de Sotillos y las inmediaciones de Olleros, y que tiene establecida su vía de enlace á la estación de la Encina, y el oriental, cuyos productos se transportan por el ramal construído desde Olleros á Cistierna. A estos tres grupos se añadiría el que por la orilla opuesta del Esla condujese los carbones de Argovejo y lo que pudiese resultar aprovechable en Ocejo hasta la misma estación de Cistierna.

APÉNDICES SEPTENTRIONALES DE LA CUENCA

Geográficamente concluye la cuenca de Sabero en las inmediaciones de Fuentes y de Santa Olaja; pero desde estos dos términos se prolongan hacia el N. y NE. varios apéndices, uno que se dirige hacia Aleje y otro mucho más extenso que cruza por Ocejo y continúa con creciente desarrollo hasta Argovejo y Remolina, de donde pasa á unirse con la parte septentrional de la cuenca de Valderrueda.

APÉNDICES DE SANTA OLAJA Y OCEJO

El primer apéndice encaja sumamente estrecho entre las grandes masas de caliza devoniana de Santa Olaja y Aleje, sobre la cual se apoya la pizarra arcillosa, abigarrada y rojiza, con intercalaciones de arenisca, en varios sitios muy ferruginosa. Fuertemente inclinadas al E. siguen á esta alternancia gruesos bancos de cuarcita, que sobresalen á modo de altos murallones en las crestas del cerro llamado Cueto Tapete, y los cuales se hallan desgajados del hullero por una falla. Las mismas capas de samita carbonífera de la mina *Petra*, se prologan al N. reducidas á 6 metros de espesor, alternando sobre ellas la pizarrilla carbonosa, con lechos muy delgados de hulla en 2

metros de potencia total, á los que siguen en otros 3 metros la arenisca y la pizarra inclinadas 15° al SE. cubiertas por la gonfolita. Otra falla desgaja por L. de la caliza devoniana de estructura tabular, esta fajita hullera que se reduce á 80 metros de anchura en el Montico y en las vertientes occidentales del Pico del Corral.

En 1897 un vecino de Aleje abrió en uno de los lechos de carbón una galería que avanzó, sin buen resultado, hasta los 20 metros de longitud.

De los parajes acabados de citar continúa alineada al N.NE. esta misma fajita por los Llanos del Monte y Prados Viados hasta algo menos de 2 quilómetros al E.NE de Aleje, en las Pórticas de Griegas, donde se reconoció una bolsada superficial, que midió hasta 2 metros de grueso y se redujo á 20 centímetros á los 8 metros de profundidad. Por esta parte se estrecha la fajita hullera á 30 metros de anchura, compuesta principalmente de la gonfolita que tuerce alrededor de Pico Moro en dirección á la Teja de Argovejo.

Las calizas devonianas de las Pórticas de Griegas inclinan de 50 á 60° grados al E.SE. hasta 300 metros más altas que el valle del Esla. La prolongación septentrional de las dos fallas citadas anteriormente desgaja de ese sistema la fajita hullera, que no debe alcanzar mucha profundidad atendida su exigua latitud. Siguen á ella las pizarras arcillosas, y las areniscas, cubiertas por la caliza devoniana, inclinada 80° al E. 14° S. Se repiten dobladas en un anticlinal las citadas pizarras arcillosas y areniscas alternantes en 400 metros de anchura, y merced á otro pliegue ó una falla reaparecen con buzamiento las mismas rocas devonianas.

El estrecho de Santa Olaja, siguiendo el camino de Ocejo, corta normalmente los estratos devonianos, compuestos principalmente de calizas, según se dibuja en la figura 7:

1—Caliza compacta metalífera en que se ha investigado un criadero cobrizo con algo de blenda y galena.
2—Alternancia de pizarra foliácea y arenisca arcillosa ferruginosa verdosa, 60 metros.
3—Arenisca muy cuarzosa, en sitios muy ferruginosa, 150 metros.
4—Caliza rojiza marmórea parecida á la amigdaloidea de la base del carbonífero, 60 metros.
5—Caliza gris de estructura tabular, 400 metros.
6—Alternancia más de cien veces repetida de conglomerado cuarzoso

y arenisca roja pizarreña, base del hullero, en lechos de 10 á 20 centímetros de espesor. Entre estas capas, retorcidas en todos sentidos, y las devonianas perfectamente regladas, se observa una discordancia estratigráfica muy notable.

A poco más de mitad de distancia de Santa Olaja á Ocejo se situó la mina *Adivinada*, donde se abrió una transversal de 40 metros, en que se cortaron varias capitas de carbón insignificantes, y más al O. de esa labor se abrió otra de dirección que alcanzó hasta 70 metros en el contacto de la caliza devoniana. Por varios pocillos inmediatos se descubrieron algunas bolsadas irregulares que en algunos sitios midieron hasta 6 metros de grueso, de carbón seco y duro.

A 3 quilómetros al S.SO. de Ocejo se hicieron hace ocho años varias labores de investigación en las minas *Dido* y *Pilar*. Una de ellas fué una galería que pasó de 250 metros de longitud siguiendo una capa inferior á las gonfolitas, con espesores comprendidos entre 50 y 80 centímetros, comprendiendo una fajita de 12 á 15 centímetros separada del pendiente por una regadura de pizarra. El carbón es duro y coquizable, pero los estratos se hallan sumamente dislocados, retorcidos con la alineación al E. 10° N. con 25° de inclinación al S. A 15 metros más en vertical abajo de esta capa, hay otra de 40 á 50 centímetros de grueso.



Fig. 7.—Corte por el estrecho de Santa Olaja.

En la mina *Eduardo*, sita al O. de la anterior, en lo alto de Valdecastro, riscosa depresión comprendida entre Ocejo y Santa Olaja, se abrieron tres galerías hace nueve años: la del N., de 140 metros de longitud, cortó varias capas de carbón, algunas de 90 centímetros de grueso. Más al S. se investigaron estas mismas por una transversal de 40 metros y varias calicatas; y todas estas labores sólo distan de 30 á 50 metros de las grandes masas de caliza que en la parte más alta del citado Valdecastro limitan la cuenca entre 1 y 2 quilómetros al O.SO. de Ocejo. Vense allí alternantes repetidas veces las areniscas y las pizarras diversamente onduladas, con inclinaciones comprendidas entre 15 y 25° al E., hallándose coronadas por gruesos bancos de conglomerado. La galería del S. se abrió con 15 metros de longitud siguiendo el buzamiento de la capa principal, y hoy se halla enteramente arruinada.

La inclinación de las capas va gradualmente en aumento hasta el fondo de ese valle, llegando á 50° en su unión con el río Oquillo, que baja de Ocejo, cerca del cual se retuercen los estratos con la alineación de NO. á SE. sin perder su buzamiento oriental. El carbón de esta mina coquiza perfectamente, pero se reduce casi todo á menudo.

Entre 1500 y 2000 metros al S. de Ocejo asoma entre el hullero una fajita de 150 á 200 metros de ancho, alineada al N. 20° O., de caliza tabular devoniana, cuyas capas inclinan 75° O.SO., y se enlazan con la masa principal que sobresale en el comienzo del vallejo de Valdecastro.

A corta distancia al SO. de Ocejo, entre los riscos de conglomerado de la mina *Dionisia*, hay cuatro capas de carbón graso muy estrechas, una de las cuales presentó una bolsada de 20 metros de largo por 5 de grueso en su parte media y otro tanto de profundidad, que fué enteramente explotada, é indujo á practicar otras investigaciones hoy abandonadas. A unos 50 metros al S. del mismo Ocejo, por bajo de los conglomerados, encaja entre pizarras una capa de 60 á 80 centímetros de grueso, de carbón hojoso y brillante que se reduce todo á menudo. Siguiendo su pendiente de 30°, al NO. de aquélla se abrió una galería, hoy anegada, y además se perforó un pozo de 15 metros en comunicación con otra galería situada 50 metros más al SO., y la cual avanzó hasta los 300 metros de longitud. Los espesores de esta capa varían á cada paso entre 20 y 80 centímetros, y en la entrada de la galería está acompañada de una cuña de carbón, según se dibuja en la figura 8.

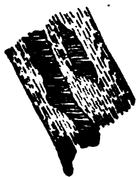


Fig. 8.

Pasa por Ocejo la faja hullera con un ancho de 300 á 400 metros, prolongada en dirección á Argovejo, elevándose más de 150 metros de altura sobre el pueblo en el Cotorro de la Canalina. En la entrada del mismo Ocejo se compone el sistema de areniscas muy cuarzosas en lechos de 10 á 20 centímetros de espesor, alternantes con otros de pizarra, inclinando sólo 20° al NO.

APÉNDICES DE ARGOVEJO

Entre 5 y 6 quilómetros al E. del valle del Esla, por encima de Argovejo, forman diversas depresiones entre el devoniano algunas fajas hulleras, que aparecen como restos de la unión de la cuenca de

Sabero con la de Valderrueda, por el lado septentrional de ambas, donde los derrubios, al cabo de miles de siglos, hicieron desaparecer enormes masas de terreno carbonífero. Esos derrubios no hubieran sido tantos si no hubiesen contribuido, en gran escala, las enérgicas dislocaciones y profundas roturas que desgarraron por todos sitios los terrenos antiguos de la cordillera Cantábrica.

En el paraje nombrado La Trapa, sito á la distancia citada de Argovejo, se halla el coto carbonífero de las minas *Teja, Ampliación á Teja, Teja 2.ª, Teja 3.ª* y *Teja 4.ª* La formación hullera encaja allí entre grandes riscos devonianos y una faja montuosa de conglomerados calizos que más adelante se describirán; é increible parece que en el espacio de 140 metros de latitud á que se reduce su ancho afloren de seis á siete capas de carbón, algunas muy notables por sus extraordinarios espesores. Encajan esas capas entre areniscas y pizarras comprendidas ó limitadas por dos fajas de almendrones cuarzosos que por su mayor dureza y resistencia sobresalen en el terreno, con escarpas verticales, hasta de 4 y 5 metros de altura, alineadas al E. 8° N. con inclinaciones que varían desde 85° hasta la vertical. Por encima de las labores de La Trapa el orden sucesivo con que se presentan marchando de N. á S. es el siguiente:

1—Almendrones cuarzosos de cantos de desigual tamaño, algunos de más de 8 decímetros cúbicos, en contacto por el N. con el devoniano, y sirviendo de base al hullero por el lado opuesto, con un grueso de 16 metros.

2—Banco de un metro de espesor de arenisca muy dura, que es el muro de la primera capa de carbón.

3—Capa 1.ª de carbón, con el grueso medio de $2^{m},30$.

4—Faja de arenisca de 12 metros de anchura media, pues en sitios apenas pasa de 10 metros y en otros llega á 15.

5—Capa 2.ª de hulla con el grueso medio de $1^{m},10$.

6—Pizarras y areniscas repetidas veces alternantes en 10 metros de anchura.

7—Capa 3.ª compuesta de repetidas alternancias de carbón y pizarra, entrando ésta en cerca de la mitad de su espesor total, que es de 80 centímetros.

8—Segunda alternancia de pizarras y areniscas en 13 metros, marcándose más el buzamiento meridional de los estratos.

9—Cuarta capa compuesta como la tercera de repetidas alternan-

cias de carbón entre lechos más delgados de pizarras, con un espesor total de 95 centímetros.

10—Tercera alternancia de pizarras y areniscas, 10 metros.

11—Quinta capa de carbón en una caja de un metro, en el que se incluyen 20 centímetros de carbón limpio en el muro, otros 20 de pizarra y varias intercalaciones de ésta que reducen á medio metro la parte aprovechable del total.

12—Arenisca dura, $5^m,20$.

13—Conglomerado cuarzoso, $13^m,40$.

14—Alternancia en 70 centímetros de espesor de pizarra carbonosa con lechos muy delgados de hulla.

15—Faja de 25 metros de grueso formada de pudinga cuarzosa con dos intercalaciones de 1 á 2 metros de arenisca.

16—Alternancia de arenisca y pizarra en un metro de grueso.

17—Séptima capa de carbón limpio de 50 centímetros.

18—Areniscas y pizarras alternantes en 7 metros de ancho.

19—Banco de pudinga cuarzosa, 2 metros.

20—Ultima alternancia de arenisca y pizarra, 10 metros.

21—Conglomerado calizo que limita la cuenca por el S. con algunos centenares de metros de espesor.

Es indudable que este conglomerado calizo corresponde á la parte superior del hullero; pero no deja de ser un hecho curioso que, mientras en el centro de la inmediata cuenca de Sabero esta roca se reduce á cinco ó seis estratos, los cuales apenas suman otros tantos metros de espesor, en esta faja carbonífera de Argovejo el desarrollo sea verdaderamente colosal, constituyendo un ancho cordón de montañas que dominan la cuenquecita de La Trapa por el lado del S. Los arrastres de grandes masas de rocas preexistentes al final del hullero fueron más violentos en el espacio hoy comprendido entre el Esla y el Cea que entre el Esla y el Bernesga, hecho curioso desde el punto de vista científico, pero que tiene escaso interés industrial.

Del examen minucioso de los 20 números ú órdenes de capas que componen la faja hullera de La Trapa resulta, en definitiva, que en el ancho de 120 metros se cuentan siete capas de carbón, no todas ellas igualmente aprovechables. Las dos primeras son muy notables por su espesor y por su limpieza, principalmente la segunda; la séptima capa, aunque mucho más estrecha, es de carbón bastante puro;

y en cambio las otras cuatro intermedias, á juzgar por lo que aparece en la superficie, son demasiado sucias. Es probable que así continúen en longitud y en profundidad; pero también pudiera ocurrir que en ciertos sitios presentasen ensanches ó anchurones que acrecentasen su importancia.

Para detallar más lo anteriormente expresado daré cuenta de las labores de investigación que se han efectuado hasta la fecha.

A 480 metros más alto que al pié de Crémenes mide el nivel del río Esla, está la primera planta de los trabajos abiertos en este coto, y que se componen de dos galerías principales de dirección, unidas por una transversal de 17 metros la cual comienza á los 70 metros de la entrada de la primera. A 150 metros llega hoy la longitud total de la galería abierta en la primera capa, que en sus 40 primeros tiene un espesor de un metro, término medio; pero en ese punto se le junta un ramal que asoma en la superficie á 6 metros de la boca de la galería, y desde allí el promedio de su espesor es de $2^m,50$, pues sus gruesos varían entre 2 metros y 2'60, habiendo puntos en que pasa de 3. Se intercala, sin embargo, á 20 centímetros del yacente una fajita de pizarra dura, que á trechos desaparece.

Llega á 85 metros la galería de dirección alineada al E. que hay sobre la segunda capa, la cual tenía en el frente, el día que la visité, un grueso de 86 centímetros; pero su potencia media es de $1^m,10$, pues en la parte alta llega á $1^m,40$. Encaja por ambos lados en dos fajitas de cayuela carbonosa y brillante de 20 centímetros, que facilita su arranque; y luego siguen por yacente y pendiente las areniscas duras y resistentes que apenas exigen entibación.

El segundo piso está 40 metros más alto que el primero, y en él la primera capa se presenta vertical con $2^m,25$ de carbón casi puro, y á 44 metros más arriba el espesor de la misma capa llega á los 3 metros anteriormente citados, á juzgar por las pequeñas galerías abiertas en ella.

Fuera de estas labores, de escaso interés son las restantes, pues se reducen á varias calicatas más ó menos profundas que se abrieron hace poco para reconocer la prolongación de las capas.

Por el lado de P., en el sitio llamado los Albañaderos, entre 200 y 300 metros de la galería del primer piso se reconoció la primera capa, inclinada 85° S., de $2^m,50$ de grueso, con una intercalación de pizarra, junto al techo, de 12 centímetros. A los $3^m,80$ más al S. hay otra calicata sobre la segunda capa que mide $1^m,25$ de grueso,

del cual hay que descontar unos 30 centímetros que suman otras cinco intercalaciones estériles.

A 70 metros más á P., en la collada de la Era de Acevedo, se abrieron unas cuantas calicatas sobre todas las capas que allí afloran. En la correspondiente á la primera se la reconoció dividida en dos secciones, la del yacente con $1^m,20$ de carbón y la del pendiente con $0^m,60$, separadas por una fajita pizarreña de $0^m,30$. Queda á 2 metros al N. la rama septentrional de esta capa, con otros 60 centímetros de carbón, dividida también en dos lechos por otra regadura de pizarra de 5 centímetros. En esta calicata de la primera capa se fijó el punto de partida de la mina *Teja*, demarcada en 1894, y con la cual se enlazan los registros de las otras colindantes.

Otras tres calicatas al S. de la anterior ponen respectivamente de manifiesto las capas 4.ª, 5.ª y 6.ª La 4.ª suma $1^m,20$, de cuyo grueso hay que rebajar 40 centímetros de pizarra intermedia; la 5.ª tiene 60 centímetros, pero se reduce á la mitad, pues también la divide en dos lechos otro intermedio de pizarra; y la 6.ª, que sólo muestra 25 centímetros de carbón entre pizarra negra.

En el espacio de unos 100 metros estas capas y las areniscas y pizarras que las separan se repliegan con inclinaciones gradual y rápidamente decrecientes, hasta el punto que la inclinación de la primera capa es de 70°, y la de la 6.ª apenas llega á 5°. Esta observación es de algún interés, porque nos induce á desechar la idea que las siete capas enumeradas anteriormente junto á las labores principales de la Trapa sean repetición de cuatro únicas que asoman dos veces á la superficie, á causa de un pliegue enérgico que las comprimió entre el devoniano, con fuerza tal que las puso á todas casi verticales.

Los conglomerados cuarzosos de la base que limitan la faja hullera en la Trapa terminan al pie de la collada de la Era de Acevedo, sin llegar á ésta, pues allí las areniscas, pizarras y capas de carbón interpuestas están en contacto con otras areniscas más antiguas, ó sean devonianas, que con las calizas infrayacentes se retuercen al N. 40° E. diversamente inclinadas al SE.

A 100 metros más á P., entre el elevado pico Cerroso, formado de conglomerado calizo, y la Peña de Acevedo, que es de caliza devoniana, queda ahogada y como cortada esta faja hullera; y sepultadas las capas de carbón bajo la gran masa de ese conglomerado, no es posible adivinar sus caracteres ni su valor industrial á la profundidad á que pudieran seguir más á poniente.

Continuando el examen de las concesiones por su extremo SO., es decir, por las faldas occidentales del pico Cerroso y de la Peña de Acevedo, se notan junto á la collada de Tejedo grandes desarreglos estratigráficos. La faja hullera, de poco más de 100 metros de ancha, con los conglomerados calizos superiores, está encajada por dos fallas entre dos bandas devonianas: la de P., formada de cayuelas en el valle y los rasos del Brezal de Tejedo, y de calizas que se levantan verticales en la sierra de Rebolledo y continúan más al N. hasta Argovejo; y la de L., que es la de la citada Peña de Acevedo, y que se sobrepone á causa de la falla al terreno carbonífero. En virtud de las dislocaciones estratigráficas, las calizas devonianas buzan al N. y los conglomerados superiores se alinean al N. 18° O. con 55° de inclinación al E., formando las direcciones de los respectivos estratos un ángulo casi recto.

Escaso interés tiene por este lado la fajita hullera. Asoma en primer lugar la pudinga cuarzosa de la base en bancos de poco espesor; sobre ella se apoya la alternancia de areniscas y pizarras, retorcidas casi de N. á S., con 30° de inclinación al E., y se sobrepone á ellas la gran masa de conglomerados calizos del citado pico Cerroso. Casi tocando á este conglomerado, entre dichas areniscas y pizarras negruzcas, se ven algunos lechos de hulla, con tan pocos centímetros de espesor, que no parece sino que la gran masa de aquella roca, con las calizas devonianas sobrepuestas por inversión y por falla, al volcarse sobre el hullero propiamente tal, estrangularon ó redujeron á mínima expresión lo menos resistente del sistema y lo que más interesa, esto es, las capas de carbón.

En resumen, á juzgar por los afloramientos, más á P. de la Era de Acevedo, las concesiones carecen de valor industrial.

Mayores muestras de carbón se encuentran más á L. de las labores actuales de la Trapa; pero no ciertamente por el lado de la Canalina, sino hacia donde radica la colindante *Concha* 1.ª, según á continuación se va á relatar. Mas antes de llegar á esos parajes habré de mencionar otras dos observaciones de algún interés. La primera es que, á unos 150 metros al E. de las galerías de la Trapa, las mencionadas pudingas cuarzosas de la base hacen un salto hacia el N. de más de 80 metros, circunstancia que influirá en la marcha de las labores subterráneas cuando lleguen á dicha dislocación parcial de los estratos. A otros 200 metros más al E. se abrieron dos calicatas para encontrar la prolongación por ese rumbo de las dos capas

principales de carbón que allí se descubrieron, en efecto, la primera con 2m,20 de grueso, y la segunda con 1m,40, conservando las mismas regaduras intermedias anteriormente expresadas.

Más de 150 metros de potencia tienen en la Canalina los conglomerados calizos que con peladas crestas, alineados al S. 10° O. é inclinados 55°, se prolongan por varios picos agudos hacia Fuentes y Ocejo. En la bajada de dicho monte por el lado opuesto al de la Trapa, es decir, por las vertientes del SE., á pocos metros de los conglomerados afloran en diversos parajes varias capas de carbón, que podrán tener importancia en profundidad, pero no muestran mucha en las calicatas que se abrieron para descubrirlas. La mayor se observa en el Chozo de la Canalina, á 10 metros de un crestón de arenisca ferruginosa, midiendo un espesor de 65 centímetros; y á corta distancia de ella hay otro afloramiento de vetillas insignificantes entre pizarras negras. Más á L. y á un nivel 100 metros más bajo, á 8 metros de la caliza hay otro afloramiento carbonoso de 70 centímetros tocando á los conglomerados; pero en su mayor parte es también de pizarra negra inaprovechable. Estos afloramientos continúan inmediatos á los conglomerados con 40° de inclinación al SO., prolongándose á todo lo largo del registro *Teja* 5.ª En su conjunto, los afloramientos de las vertientes meridionales de la Canalina son la reaparición por el S. y debajo de los conglomerados calizos de las capas mejor caracterizadas descubiertas en la Trapa, confluyendo éstas y aquéllos en profundidad, con buzamientos opuestos, á un eje sinclinal, por debajo del cual se extiende el devoniano de parte á parte.

Sobre la collada de Cabreros, por su lado de P., los conglomerados calizos quedan cortados casi á pico y la faja hullera se contornea á su alrededor, uniéndose los afloramientos de la Canalina con los de la Trapa, rodeando las hondas cañadas del Chaguazo.

Precisamente donde las capas hulleras se arquean hacia el N. para revolver con el rumbo E. á O. á lo largo de la concesión *Concha* 1.ª, por el áspero descenso de la collada de Cabreros hacia Remolina, es donde se presentan los afloramientos de hulla de más interés que los de la Canalina, y probablemente de tanta importancia como los de la Trapa. Observadas en sentido inverso de la bajada, es decir, de N. á S., la 1.ª capa se descubrió con una calicata, mostrando más de un metro de grueso de carbón muy limpio. A 16 metros de ella se encuentra la 3.ª, con otro metro de espesor, alineada al E. 10° N. con variable buzamiento septentrional. Queda intermedia la 2.ª, in-

suficientemente descubierta para juzgar su importancia; la 4.ª, también con cerca de un metro de espesor, se halla junto á la collada; y al S. de ésta, es decir, por la vertiente opuesta á los anteriores afloramientos, se encuentra la 5.ª, descubierta por varias calicatas, y la cual, aunque presenta cerca de 2 metros de caja, en su mayor parte es de pizarrilla carbonosa, reduciéndose el carbón á cuatro ó cinco vetillas que llegarán á unos 30 centímetros de grueso. Sección es ésta de la cuenca de Argovejo que merece más detenidas exploraciones.

La faja hullera sigue á P. de la *Concha* 1.ª, pasando por las agrestes y riscosas selvas del Chaguazo, limitada al N. por agudos y pelados picos de caliza devoniana. Junto á la collada de la Peña Verde y en la Majada del Chaguazo las pudingas cuarzosas de la base del hullero tienen su mayor desarrollo, pues en sitios pasan de cien metros de espesor.

Por lo quebrado del terreno enteramente cubierto de bosques y maleza entre enormes peñascales, en más de un quilómetro de su longitud se halla sin reconocer esta parte septentrional de la cuenca, por lo cual es de todo punto imposible que haya ingeniero capaz de adivinar el mayor ó menor valor de las concesiones. Más de un quilómetro de longitud en afloramientos que se suponen, pero que no se tocan, es demasiada distancia para no exponerse á graves equivocaciones en más ó menos respecto á la cantidad de hulla que puedan contener la citada mina *Concha* 1.ª y el tercio del SE. de la *Teja* 4.ª De paso advertiré que en más de su mitad esta última entra en las calizas y areniscas devonianas, resultando enteramente inútil.

Descritos á grandes rasgos los afloramientos y las labores del coto de Argovejo, obligado me veo á entrar en las consideraciones de orden económico que del examen del terreno se deducen, tanto desde el punto de vista de su situación, cuanto por su probable valor industrial.

En primer lugar se advierte que por el lado de Argovejo las capas de carbón quedan á un nivel bastante alto sobre el río Esla, pues seguramente á cierta profundidad se extienden sin interrupción los bancos devonianos infrayacentes. Atendiendo, por un lado, al reducido número de labores de investigación que se han hecho en este coto, y por otro á los grandes trastornos estratigráficos que en todos los terrenos se observan, no es posible sacar en consecuencia la marcha probable que las capas de hulla seguirán en profundidad. En conjunto, es posible que formen un sinclinal por bajo de la gran

masa de conglomerados, buzando hacia el N. los afloramientos de la Canalina, ó sean los del S., y al S. los de la Trapa, que se extienden por el N., y así se dibujan en un plano en grande escala levantado por mi compañero D. Adolfo de la Rosa, y en el cual se marcan con flechas los sentidos de sus buzamientos. Pero si tal es el conjunto de los estratos, no se efectúa de un modo muy uniforme, desde el momento que por bajo del Chozo de la Canalina se ven capas inclinadas al SO. en la mina *Teja* 3.ª, y que en el arroyo de Cabreros, por la *Concha* 1.ª, hay otras capas que inclinan al N., es decir, en sentidos contrarios á los que señalaría un sinclinal uniforme.

A distancias comprendidas entre 5 y 7 quilómetros del valle del Esla y á alturas que oscilan entre 300 y 500 metros sobre el mismo río se hallan estas capas de carbón, de 18 á 20 quilómetros más al N. de la estación de Cistierna. Mi citado compañero Sr. La Rosa hizo los convenientes estudios para salvar esos desniveles y esas distancias de manera que resultase económico y ventajoso el transporte de sus carbones á la línea de La Robla á Valmaseda, y sobre este punto nada tengo que agregar ni consultar.

Debo limitar mis observaciones á la riqueza probable de esta cuenca y al modo de descubrirla fácil y brevemente. Tratándose de negocios mineros es muy natural que uno de los datos que con mayor empeño se exigen á un ingeniero es el relativo á la cubicación del mineral existente. Casos hay en que se puede satisfacer este deseo con aceptable aproximación; siempre que se trate de minas muy exploradas con extensas labores, ó situadas en comarcas ó zonas de larga fecha estudiadas y conocidas. En otras ocasiones, aun siendo criaderos de comarcas nuevas ó poco conocidas, los criaderos se presentan con caracteres bien definidos, y previas algunas hipótesis, no es tampoco demasiado aventurado fijar una cifra de metros cúbicos no disparatadamente alejada de la realidad. Pero en la cuenca hullera de Argovejo, mucho más trastornada estratigráficamente que sus inmediatas de Sabero y Valderrueda, no veo el medio de averiguar los datos fundamentales para llegar á una cubicación toscamente aproximada. La equivocación puede ser muy grande en más ó en menos.

Discutamos un momento las investigaciones que pueden hacerse para encontrar esos datos fundamentales, es á saber, el espesor medio de las capas, la extensión y la profundidad á que éstas pudieran llegar. Tocante al espesor, por el lado de la Trapa, descontando

las capas en que el carbón está demasiado mezclado con las fajas de pizarra negra que las inutiliza, sería permitido admitir una potencia media de 4 metros en una longitud de unos 500 metros hasta el collado de la Era de Acevedo. Desde ésta hacia P. la prudencia aconseja no tomar en cuenta el carbón que exista bajo las enormes masas del conglomerado calizo, ni tampoco los afloramientos de la parte del S. en las vertientes de la Canalina con pocas mayores señales de riqueza en carbón que los lechos inmediatos al collado de Tejero anteriormente citados. Por el contrario, los afloramientos que aparecen en la mina *Concha* 1.ª inducen á suponer que la parte más rica en carbón, con el espesor medio anotado de 4 metros, debe buscarse por el lado NE. de las concesiones. Pero ya se dijo que hay una zona de cerca de quilómetro y medio de longitud totalmente inexplorada y que cruza por el collado de la Peña Verde.

En aquellos montes y bosques de difícil acceso está todo por explorar é investigar; y la dificultad que hoy para mí existe es el saber si hay ó no soluciones de continuidad en dicho trayecto tan largo, para ese espesor de 4 metros. Si las hay y son de gran longitud, el coto pierde mucha importancia, en mi juicio; si no las hay ó se reducen á cortos trayectos, aun en los casos más desfavorables relativos á la extensión y á la profundidad se puede llegar á una cifra que pase de millón y medio de toneladas, pues por lo menos se podría contar en la longitud de 2000 metros con una profundidad ó una extensión de 200 metros por lo menos. Profundidad ó extensión que no son exageradas, pero que son muy difíciles, si no imposibles, de apreciar aproximadamente para esta cuenca. En aquéllas, como en la inmediata de Sabero y otras muchas, donde todas las capas se presentan fuertemente inclinadas, y lo mismo pasa con casi todos los filones y vetas de los criaderos metalíferos, al dato del espesor medio y de la longitud de las concesiones se agrega, no el de la extensión de los criaderos, sino la profundidad hasta la cual puede racionalmente llegar la materia explotable. En otros criaderos que se presentan horizontales ó con menos de 45° de inclinación, como en muchos bancos de hierro y otros metales, en ciertas cuencas de lignitos terciarios, en los depósitos de azufre de Hellín, de thenardita de Villarrubia, etc., etc., la extensión dentro de las concesiones reemplaza á los otros datos de la longitud y la profundidad media. Esta vulgaridad, inútil de consignar, es preciso recordarla para la cuenca de Argovejo, caso indefinido para el cual no es posible averiguar

hasta qué puntos debe atenderse á la profundidad, ni hasta qué zonas se tiene que fijar la corrida de los criaderos en extensión. Junto á las galerías de la Trapa las capas están casi verticales y es la profundidad el dato que debe investigarse; por las faldas de la Canalina están muy tendidas y sólo cabe averiguar su extensión; en la Era de Acevedo las dos primeras capas están fuertemente levantadas, las que siguen se tienden gradualmente y la última sólo tiene 5° de pendiente. Con tales variaciones estratigráficas y con tanta obscuridad respecto á la prolongación de los criaderos en su zona septentrional, no es posible imaginar una cifra que pareciera aceptable, ni para la profundidad media, ni para la extensión de una fracción de las concesiones.

Afortunadamente estas dudas podían disiparse en gran parte y con no mucho tiempo, sin más que abrir una labor de investigación, á la vez que preparatoria y fundamental para los trabajos ulteriores, hacia la cual llamo especialmente la atención de los interesados.

La parte más rica de los afloramientos descubiertos hasta el día y aquélla de más favorable situación para el arrastre de los carbones es allí donde, como fué muy natural, se abrieron las galerías de la Trapa. Con el afán de obtener productos inmediatamente y con poco gasto, se colocaron tales labores en parajes excesivamente altos; y como las capas de carbón están allí casi verticales, más prudente hubiera sido atacar los criaderos á nivel mucho más bajo cortándolos por una transversal, cuya entrada se fijase allá donde el relieve del terreno mejor lo permite.

El carbón que sale de las galerías del primer piso de la Trapa continúa por una vía de 35 metros y se vierte en un depósito inclinado, ó sea un cajón grande de madera, por el cual desciende á un nivel 15 metros más bajo; de aquí se traslada por otra vía de 200 metros de longitud que termina en la cabeza de un plano inclinado de 155 metros de longitud, cae allí en unas rejillas y se efectúa una tosca clasificación. Se comprende lo que desmerece el carbón con tan complicadas maniobras; pero no es esto sólo.

Más abajo del pié de ese plano inclinado, á orillas del arroyo de la Trapa, cerca del puente del camino de carro que se arregló para el transporte de los carbones, está indicadísima una transversal á un nivel 150 metros más bajo que el primer piso de las galerías de la Trapa, y la cual tendría los siguientes fines: 1.°, reconocer en profundidad la prolongación de las capas; 2.°, ganar dicho desnivel

equivalente á cuatro ó cinco pisos de explotación; 3.°, evitar las complicadas maniobras que hoy se hacen, obteniéndose proporcionalmente mayor cantidad de cribado; y 4.°, ganar para abajo otra tanta ó más altura, sustituyendo el actual con otro plano inclinado en dirección á Argovejo y para el sitio donde conviniera establecer los lavaderos y el taller de clasificación. Bastaría el primer objeto para hacer recomendable la apertura de la transversal; y si cortase las capas en condiciones parecidas á las que se han descubierto en la Trapa, habría la seguridad de que en este coto se pudieran cubicar unos dos millones de toneladas de carbón, cantidad suficiente para ser la base de un negocio lucrativo.

L. MALLADA.

FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA

POR

M. D.-P. OEHLERT[1]

SEGUNDA PARTE

Spirifer Boulei, nov. sp.

(Lám. 2.ª, fig. 1.)

Concha de gran tamaño, transversa, poco hinchada, con el pliegue central y el seno regularmente acusados, cubierta en toda su superficie por costillas radiantes redondeadas, regulares en las partes laterales, donde se encuentran en número de 12 á 13 en cada lado; son siempre simples, salvo en las inmediaciones del seno y del bocel, donde á veces se cuentan dos ó tres, que en los individuos adultos se dicotomizan cerca del borde frontal.

El seno, bastante ancho y poco profundo, está cubierto igualmente de costillas radiantes, pero muy desiguales, irregularmente distribuídas y dicotomas; se cuentan de seis á ocho, de las que las dos centrales, un poco separadas una de otra, dejan entre sí una especie de planicie que forma el borde del seno, sobre el cual aparecen algunas costillas secundarias, solamente perceptibles cerca del borde frontal en los individuos de gran tamaño. El bocel, poco marcado, está algo aplastado por el vértice; las costillas que le cubren se reúnen en la parte posterior, resultando indiscernibles las unas de

(1) La primera parte de este trabajo se ha publicado en el BOLETÍN DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, 2.ª serie, tomo VI.

las otras, pero luego se individualizan y aparecen bien distintas á lo largo de su curso. El área ventral, claramente determinada, es mucho más elevada que el área dorsal, que es lineal; es convexa y está doblada de manera que forma un ángulo casi recto con el plano de las valvas. El nates ventral, poco desarrollado y poco encorvado, se eleva ligeramente por encima del área. El vértice dorsal, recto, apenas rebasa la línea cardinal; el umbo dorsal es de poco relieve, casi aplastado.

Esta especie pertenece evidentemente al grupo de *Sp. Bischofi*, Roemer [1]; difiere de él principalmente por el número y modo de distribución de los pliegues, sobre todo en el seno y en el bocel; los mismos caracteres separan también esta forma de *Sp. Dalendensis*, Steinninger.

En *Sp. Jouberti* [2] del Devoniano inferior del O. de Francia, las costillas son angulosas, salientes, y más numerosas por consecuencia de su dicotomización, carácter que también existe en las costillas del seno y del bocel. No se encuentra planicie en medio del seno, cuya parte central está ocupada por una costilla bastante fuerte, acompañada en cada lado por una sola costilla. En el bocel dorsal las costillas son manifiestamente dicotomas y numerosas.

Sp. Boulei ocupa en España un nivel superior á los de *Sp. Bischofi* y *Sp. Jouberti*.

En el Schoarie grit y el Corniferous sandstone de América, se encuentra una especie *Sp. Grieri*, Hall, que se asemeja á ésta por su manera de arrollamiento, pero que se distingue, no obstante, fácilmente, por el número menos considerable y por la forma más redondeada de sus costillas. Además, el corchete ventral y el vértice dorsal son mucho más elevados, más encorvados, y sobre todo más próximos el uno del otro que en nuestra especie, á consecuencia de la posición del área, que en lugar de formar casi un ángulo recto con la línea de la comisura de las valvas, se encuentra, al contrario, aproximadamente en el lugar de ésta.

Indicaré todavía, como caracteres diferenciales, la mayor profun-

(1) Si se comparan las figuras representadas por Kayser (1878, *Fauna dev. d. Harz*, lám. XXIV, fig. 4, y lám. 25, fig. 23-24) con la de la obra de Giebel (1858, *Silur. d. Unterharz*, lám. 4, fig. 3) y que debe ser considerada como el tipo, se observa que existen ciertas diferencias.

(2) Œhlert, 1879, *Devon. de la Sarte*, B. S. G. F. (3), VII, pág. 709, lámina XIV, fig. 5.

didad del seno del *Sp. Grieri* y el notable hinchamiento de la parte umbonal de su valva dorsal.

Spirifer Pellicoi, De Verneuil (1).

(B. S. G. F. (3), XXIV, lám. XXVIII, figs. 25 á 27.)

De Verneuil ha designado con este nombre una especie encontrada en las capas más recientes del devoniano inferior (caliza de Ferroñes), caracterizada por su forma muy transversa, sus numerosas costillas y por un pliegue en medio del seno central. El autor la compara incidentalmente con el *Spirifer macropterus*, Goldf. (= *S. paradoxus*, Schlot.), porque, en su época, esta última forma se conocía solamente por los vaciados internos muy imperfectos. Después, Schnur y Rœmer han representado ejemplares mejor conservados, provistos algunos de ellos de su concha, y que por su aspecto general recuerdan el *Sp. Pellicoi*, pero no tienen el pliegue único del seno central, carácter diferencial de estas dos formas. En un trabajo reciente M. Béclard ha dado el dibujo de diversos vaciados internos de Spiriferos Coblencienses belgas muy transversos, y que tienen un pliegue en el fondo del seno; los refiere al *Sp. paradoxus*, y admite así, entre esta especie y el *Sp. Pellicoi*, una identidad absoluta, que, por lo demás, había sido ya indicada por De Koninck y Barrois. M. Béclard reúne al tipo de Schlotheim, *Sp. paradoxus*, los *Sp. Hercyniæ, dunensis, macropterus, speciosus pro parte, phalæna*, agrupando así bajo un mismo nombre todas las formas muy transversas, con pliegues numerosos, con ó sin costilla central en el fondo del seno, porque este carácter no es, según dice, siempre aparente, y aun desaparece por completo en los vaciados internos.

Las pruebas que da, demuestran con evidencia cuán estrechamente unidas se encuentran la mayor parte de estas formas; pero no tengo la convicción absoluta de que todas ellas deban ser designadas bajo un mismo nombre específico, tanto más, cuanto que en muchos de los ejemplares dibujados el contorno y el aspecto general están frecuentemente modificados por fenómenos de compresión, y

(1) Para la biografía de esta especie y de las formas afines, debe consultarse el completo trabajo de M. Béclard, 1895, Les Spirifères du Coblenzien Belge, págs. 199-219. *Bol. Soc. Belge Geolog.*, tomo IX, *Mémoires*.

muchas veces las costillas no parecen ser siempre de la misma naturaleza; en cuanto á los caracteres que pueden deducirse del examen de los vaciados internos, me parecen más bien aplicables á un grupo que ser de orden específico, porque se encuentran muy análogos en las diferentes especies de un mismo grupo.

De todos modos, aun admitiendo que existan fundados motivos para reunir *Sp. Pellicoi* y *Sp. paradoxus*, conservaré, por lo menos provisionalmente, el nombre de *Pellicoi* para la forma española que en esta región, como en el O. de Francia, ocupa un nivel especial (caliza de Ferroñes y de Arnao) (caliza de Erbray, grauvaca de Hierges) más alto que el que contiene *Sp. paradoxus*, propiamente dicho.

Con este motivo, me parece ocasión de insistir acerca de la importancia del trabajo de M. Béclard: por la erudición que en él se demuestra, y por la manera de agrupar las figuras, que permite comparar entre sí los tipos creados por los diferentes paleontólogos, habrá de prestar los más grandes servicios; igualmente hay que apreciar el espíritu sintético del autor; pero, no obstante, no puedo estar conforme con él en todas las determinaciones á que ha llegado, y tampoco es posible aceptar todas las sinonimias que propone.

Así es, para no hablar más que de las especies que mejor conozco, y que he estudiado después del examen de numerosos ejemplares, que creo que no se debe reunir bajo un mismo nombre *Spirifer hystericus* Schlotheim, *Sp. Rousseaui*, *Sp. Lævicosta*, *Sp. Venus*, cada uno de los cuales posee caracteres particulares muy constantes, y además ocupa capas especiales. Del mismo modo no puedo considerar como relativos á una sola especie, *Sp. Daleidensis* Stein, todos los Spiriferos coblenzienses que tienen costillas dicotomas en el seno y en el bocel, mientras que aquéllos en los que no se presenta esta dicotomización deberían llevar el nombre de *Sp. Trigeri*.

Spirifer (Reticularia) Dereimsi, nov. sp.

(Lám. II, figs. 2 á 16.)

Concha transversa, romboidal, que alcanza su máxima amplitud hacia su parte media ó un poco más abajo de ésta. Valvas casi de igual profundidad provistas de un seno ventral y de un bocel dorsal. Nates salientes, el de la valva ventral predomina un poco sobre el de la

valva dorsal, resultando muy próximos al encorvarse el uno hacia el otro, pero sin llegar jamás á tocarse. Charnela recta, corta, acompañada de dos áreas poco desarrolladas. Angulos cardinales redondeados. Línea paleal subrectilínea en los costados, sinuosa en el frente. Comisura cortante. Superficie adornada por numerosas laminillas de crecimiento concéntricas, imbricadas y separadas por largos intervalos bastante regulares; estas laminillas están atravesadas perpendicularmente por relieves radiales muy pequeños, muy aproximados, irregulares é interrumpidos por cada una de las laminillas de crecimiento, en cuyo borde se detienen bruscamente después de haberse hinchado y aumentado su grueso, formando una especie de tubérculos que debían servir de base á las espinas. Concha imperforada.

Valva ventral con el seno estrecho, redondeado, no muy profundo, pero bien acentuado y partiendo de la punta del corchete. Las partes laterales de la valva aparecen hinchadas á cada lado de este seno; después descienden en pendiente suave hacia la comisura lateral. Nates bien desarrollado, con los lados redondeados, aguzado en su extremidad, encorvado en ángulo recto por encima del área ventral y dominando el vértice de la otra valva. Area triangular pequeña, rebajada, bastante bien limitada, un poco cóncava y oblicua con relación al plano longitudinal de las valvas; su superficie está manifiestamente estriada en los dos sentidos. Toda la altura del área desde el nates hasta la línea cardinal está ocupada por la abertura triangular, tan ancha que ocupa cerca del tercio de su longitud total.

Valva dorsal con el bocel estrecho, redondeado, moderadamente saliente, bien determinado desde el vértice hasta el borde frontal por dos ligeras depresiones longitudinales; vértice encorvado, saliente por encima del borde cardinal y rebasando al área, que es muy estrecha y está situada aproximadamente en el plano de la valva.

Los diferentes ejemplares de esta especie varían un poco en tamaño y en amplitud; pero no obstante, siempre se reconocen fácilmente, aun en los casos en que por la desaparición de la corteza se han perdido sus delicados adornos, resultando las valvas lisas, porque siempre pueden observarse el bocel y senos centrales estrechos y bien determinados, lo mismo que por su aspecto general. Cierto número de ejemplares presentan en los costados algunos indicios de costillas radiantes anchas y confusas, manifestándose así tendencia al plegamiento en las partes laterales de las valvas. Los cortes longitudinales y transversales que he practicado en varios individuos de esta especie

descubren los caracteres siguientes: las placas foveales están bastante bien desarrolladas; los dientes son robustos y dan origen á dos largos cruras, en cuyas extremidades aparecen dos apófisis triangulares que indican la existencia de una cintilla yugal que ha sido reabsorbida; los conos espirales, cuya dirección es un poco oblicua, están compuestos por nueve ó diez vueltas.

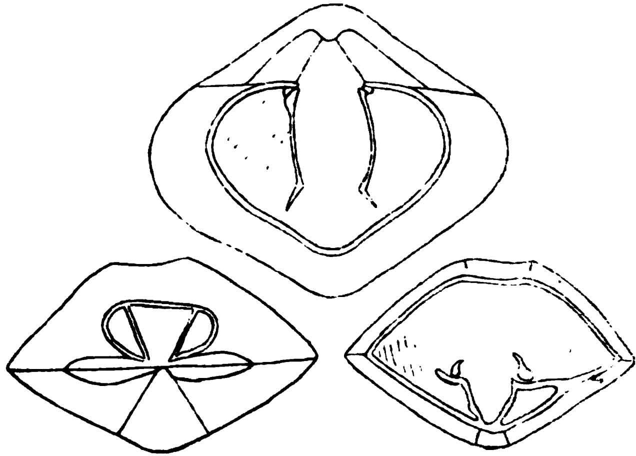


Fig. 1.—*Spirifer Dereimsi*, nov. sp.

Este Spirifer, por sus caracteres generales, así como también por su ornamentación, pertenece evidentemente á los *fimbriati;* la insuficiencia de caracteres en los ejemplares que he observado se debe á que las espinas sólo se conservan por muy rara excepción, y por esto no me es posible definir de manera precisa á cuál de las dos subdivisiones (*unicispinei* ó *duplicispinei*) corresponde. Tanto más cuanto Hall y Clarke [1] agregan á continuación de los *unicispinei* propiamente dichos, un grupo cuyo desarrollo es paralelo y que, habiendo aparecido en el Niágara group, continúa hasta la parte alta del devoniano, relacionándose por otra parte con los *duplicispinei*, por la brevedad de su línea cardinal, su contorno, casi circular, y los pliegues borrosos de sus valvas, caracteres que pertenecen propiamente al grupo de los *duplicispinei*.

(1) Hall y Clarke, 1893, *Pal. of. N.-Y.*, tomo VIII, parte II, pág. 19.

Pero no obstante, á juzgar por el aspecto exterior, nuestra especie debe ser referida á la sección de los *duplicispinei*, es decir, al grupo *Reticularia*. El tipo de este grupo, *Sp. lineatus*, Martin, difiere evidentemente por su forma redondeada, ligeramente transversa, y á veces alargada, así como también por la ausencia de seno y bocel propiamente dichos; pero hay que notar que existen ciertos ejemplares, entre otros el que representó M. Coy cuando creó su género *Reticularia*, cuyo contorno es romboidal, y en el que el bocel y el seno están bien manifiestos.

Estos caracteres se observan igualmente en las formas devonianas, y en particular en una especie que se encuentra en las pizarras de Budesheim, que M. Kayser [1] ha considerado como una variedad del *Sp. lineatus*, pero que evidentemente difiere de éste lo bastante para constituir una especie distinta. Nuestra forma, que ocupa un nivel inferior, se distingue por su nates ventral mucho menos elevado y menos levantado, y su área ventral mucho menos alta; en la valva dorsal, por el contrario, el nates es más saliente; en fin, el seno, y principalmente el bocel, son mucho más acentuados, por lo que resulta la comisura frontal más sinuosa.

En los tramos de las areniscas de Oriskany, del Helderberg superior y de Hamilton se encuentra una forma semejante *Sp. fimbriatus*, Conrad [2]; sin embargo, según los dibujos de Hall [3], el contorno paleal es más ampliamente redondeado, con lo que resulta una figura menos romboidal para el conjunto de la concha; el pliegue central es más anguloso en el vértice, y sus costados son más divergentes; las costillas laterales están en general mucho más acentuadas; el nates ventral, más alto, es menos encorvado; en fin, el perfil de las dos especies es muy diferente á consecuencia del relieve regularmente convexo de las dos valvas en el *Sp. fimbriatus*, mientras que en la forma española este relieve no existe más que en la región umbonal.

Es posible que esta especie haya sido ya encontrada en España, donde se la debió de designar con la denominación de *Sp. curvatus*,

(1) Kayser, 1871, Brach. Eifel. *Zeit. Deut. Geo. Ges.*, tomo XXIII, pág. 582, lám. XII, fig. 2.

(2) El nombre de *Sp. fimbriatus* fué empleado por Morton en 1836 antes que por Conrad, y M. Miller (1883, *Amer. Palæoz. Fos.*, pag. 293) ha propuesto sustituirle por el de *Conradana*.

(3) Hall, 1867, *Pal. of N.-Y.*, tomo IV, pág. 214, lám. 33, fig. 1-21.

Schlotheim (1). Con este nombre, en efecto, se han relacionado gran número de formas con frecuencia muy diferentes del tipo. Este se ha representado muy bien en las figuras que han dado Schnur (2), Quenstedt (3), Kayser (4), etc.; es notable, principalmente, por la exagerada altura del bocel, cuyos taludes se confunden con las partes laterales, haciendo así muy aquillada la valva dorsal y muy sinuoso el borde frontal. El nates ventral está mucho menos desarrollado, más encorvado hacia el vértice dorsal, resultando así muy pequeña el área.

Cyrtina heteroclita, Defrance, sp. var. *intermedia* (Œhlert).

(Lám. 2.ª, figs. 17 á 34.)

C. *heteroclita*, var. *intermedia* (Œhlert, 1886, *Ann. Soc. Geol.*, tomo XIX, pág. 42, lám. III, figs. 29-34).

Cyrtina heteroclita está representada en Santa Lucía por numerosos individuos que, en su mayor parte, se refieren á la variedad que he designado con el nombre de *intermedia*, para indicar que constituye un tránsito entre el tipo de Defrance y otras formas con costillas más numerosas. En esta variedad las costillas son de vértice redondeado y se cuentan de cuatro á siete á cada lado del pliegue central, que es un poco aplastado. El área es, ya ligeramente arqueada, ya completamente plana. Estos caracteres permiten separarla de la variedad *multiplicata* de Davidson, y con mayor razón de la forma de Ferroñes designada con la letra *A* por de Verneuil, y á la que más tarde d'Orbigni dió el nombre específico de *Hispanica*, conservado después por Mallada.

Los ejemplares que he estudiado son siempre de tamaño mucho menor que las diversas variedades indicadas por M. Barrois en España y descritas y representadas por él (5); difieren además por el número y forma de sus costillas, así como por las relaciones exis-

(1) Schlotheim, 1820, *Petref.*, pág. 280, lám. XIX, fig. 2.
(2) Schnur, 1853, *Brach. Eifel*, lám. XXXVI, fig. 2 *a*, *b*, *c*, *d*.
(3) Quenstedt, 1871, *Petref. Deutsch.*, lám. 55, figs. 23 y 24.
(4) Kayser, 1889, *Fauna des Hauptquarz*, pág. 76, lám. XVI, fig. 11.
(5) Loc. cit., lám. X, fig. 8, pág. 260.

tentes entre la longitud de la línea cardinal, el desarrollo del área y la convexidad de las valvas.

Se encuentran igualmente en América, como acertadamente observa M. Whidborne (Devon. Fauna, tomo II, pág. 112), variedades que muestran una gradación ascendente hacia las formas con pliegues más numerosos. Citaré como ejemplo el *Cyrtina Dalmani* (Hall, *P. N. Y.*, tomo. III, pág. 206, lám. 24, fig. 2), que es un equivalente, sin duda alguna, del *C. intermedia* de Europa, al cual se aproxima, por lo demás, por todo el conjunto de los caracteres.

Cyrtina heteroclita es una forma que se encuentra en gran extensión horizontal en todas las hiladas del devoniano, y si á esto se agrega que con frecuencia los ejemplares son muy numerosos en una misma capa, y sobre todo que ciertos caracteres de la especie tienen algo de excesivos, tales como la desigualdad de las valvas, el desarrollo del nates ventral (que con frecuencia lleva consigo la torsión de esta parte de la concha), y, en fin, una gran diversidad en el número de los pliegues, se verá en cuán favorables condiciones se encuentra esta forma para que aparezcan toda suerte de variantes estrechamente relacionadas con el tipo, pero que sin embargo pueden ser separadas de éste, bien considerándolas como simples variedades, bien creando distintas especies, según el punto de vista desde donde nos coloquemos. Bástenos al efecto recordar y comparar, relacionándolas entre sí, la variedad *lævis* Kayser, del devoniano medio de Eifel, caracterizada por su superficie lisa ó con costillas apenas perceptibles; la variedad *A* de Verneuil, del devoniano medio de Ferroñes (= *C. hispanica*, d'Orbigny, 1850), cuyas costillas son muy manifiestas y muy numerosas, y la variedad *Demarli* del Frasniense de Ferques que posee los caracteres de la precedente, pero en la que la división del bocel viene á indicar una nueva tendencia á la multiplicidad de los pliegues. En América, las modificaciones son más profundas todavía, y los caracteres que separan entre sí á los *Cyrtina* de este grupo son de importancia bastante para necesitar la creación, no de simples variedades como en Europa, sino de especies muy bien caracterizadas (Ej.: *C. biplicata*, *rostrata*, *curvilineata*, etc.)

Todas estas formas extremas, que pueden naturalmente relacionarse las unas á las otras por una serie de tipos intermedios, al mismo tiempo que suministran las pruebas de una variabilidad extremada, demuestran que, á pesar de esta maleabilidad, el tipo *heteroclita*, tomado en su más lata acepción, permanece constante y con-

serva sus caracteres primordiales. Uno de ellos, que por lo demás tiene un valor genérico y sirve para caracterizar el género *Cyrtina*, consiste en la disposición de las placas dentales y del septum de la valva ventral. Este fué el carácter que sirvió de base á Davidson para establecer su género *Cyrtina* y separarle del *Cyrtia*, con el que había sido confundido hasta entonces por consecuencia de su aspecto externo tan semejante á primera vista. La existencia de perforaciones de la concha en el primero de estos dos grupos, y el no presentarlas el segundo, no había parecido motivo suficiente para una distinción genérica.

En cuanto á las espiras, sospechábase desde luego que las hubiera en el nuevo género *Cyrtina*, pero no se habían podido demostrar. Davidson se fundó, pues, solamente en la disposición de la cámara en forma de V («V shaped chamber») situada en la valva ventral, y constituída, según él, por la convergencia de las placas dentales, que se unían hacia la mitad de su curso para formar un septum central: disposición que comparaba á la canaleja del *Pentamerus (Conchidium) Knighti*. Los cortes que representa en la lám. XIV, fig. 8, parecen, en efecto, confirmar esta manera de ver, según la cual el septum está formado por la reunión de las dos laminillas dentales soldadas. Observaré, sin embargo, que desde esta época Bouchard había reconocido que en *C. Demarli* el septum continúa hasta debajo del deltidium en medio del espacio que queda libre entre las placas dentales. Este carácter, que Davidson considera como especial del *C. Demarli* y que no había observado, según decía, en *C. heteroclita* y *C. septosa*, podía, sin embargo, ser comprobado en estas dos formas, porque la figura de *C. heteroclita*, publicada anteriormente por el mismo autor en su Introducción al estudio de los Braquiópodos (lám. VI, fig. 64), demuestra bien la existencia de la prolongación del septum en esta parte de las valvas. En cuanto al *C. septosa*, se puede igualmente observar la existencia de este mismo carácter, porque en una de las figuras (Davidson, *Brit. Carb. Brach.*, lám. XIV, fig. 10) que representa un vaciado interno, se ve que el relleno de la canaleja ventral está hendido longitudinalmente y que una parte de la lámina septal libre se conserva todavía en su lugar. Por lo demás, la mayor parte de los ejemplares de *Cyrtina*, cuando están bien conservados, permiten con frecuencia ver la prolongación del septum, que aparece en el fondo del foramen á la manera de una laminilla fina y cortante; ésta, aun cuando no se menciona en las

descripciones, generalmente se observa indicada en las figuras.

La importancia del septum y de las placas dentales, así como la génesis y el objeto de este tabique, han sido puestos de manifiesto recientemente por M. Beecher y por M. Clarke. El estudio que han hecho de una manera general, y las conclusiones que han deducido, pueden confirmarse por el examen minucioso de la estructura del vértice ventral de *Cyrtina heteroclita* y de sus formas aliadas: por mi parte, he practicado numerosas secciones que me permiten aportar algunos hechos nuevos. Recordaremos, primeramente, que deben distinguirse el deltidium formado por una sola pieza (*Clitambonites*) (fig. 2, *a*) y las placas deltidiales; pudiendo estas últimas ser

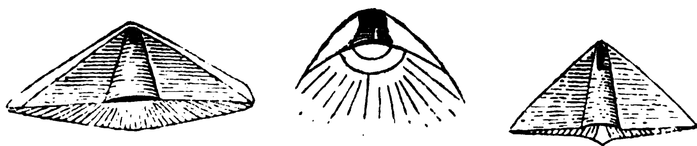


Fig. 2.—*a*, Deltidium de *Clitambonites; b*, Placas deltidiales de *Magellania; c*, Pseudodeltidium de *Cyrtina*.

distintas (*Magellania*) (fig. 2, *b*), ó bien soldarse tan íntimamente por la línea central que tomen la apariencia de una sola pieza ó *pseudodeltidium* (*Cyrtina*) (fig. 2, *c*) (1).

Según la manera de ver de M. Beecher, interpretando las investigaciones embriogénicas de Kowalewsky sobre *Thecidea* (*Lacazella*) y *Cistella*, el deltidium y las placas deltidiales, si bien desempeñan el mismo papel, no tienen el mismo origen ni la misma estructura. En efecto: mientras que el deltidium, que aparece desde los primeros estados embrionarios, es segregado por la tercera loba ó loba caudal, cuya cara dorsal ocupa, las placas deltidiales, son, al contrario, una dependencia de la loba media; se presentan largo tiempo después de los estados larvarios, y están segregadas por expansiones de la parte ventral del manto que envuelve el pedúnculo. Como consecuencia, se observan ciertas diferencias entre la estruc-

(1) Hall y Clarke han propuesto el nombre de *deltarium* para el conjunto de las placas deltidiales desunidas ó soldadas, y el de *deltaria* para cada una de ellas separadamente.

tura del deltidium y la de las placas deltidiales; por ejemplo: el deltidium no presenta jamás perforaciones, aun en el caso de que las valvas estén provistas de ellas; mientras que las placas deltidiales, al contrario, son perforadas ó imperforadas según que este carácter exista ó no en las valvas.

Así protegida por el lado externo, la base del pedúnculo lo está igualmente, en muchos casos, por el interior de la valva ventral, por el desarrollo y la convergencia de placas dentales, reunidas según la línea central, para formar lo que antes se llamaba la canaleja ventral *(auget ventral)*, y que Hall y Clarke designan actualmente con el nombre de *spondylium*. El *spondylium*, rudimentario ó muy desarrollado, que no sería más que una modificación del estuche peduncular originario, ha tenido siempre, en un momento del desarrollo, su parte opuesta correspondiente, que es el deltidium; estas dos piezas forman un conjunto, ó *protodeltidium*, que deja en el centro una cavidad de sección más ó menos triangular, que designaré con el nombre de cámara peduncular.

Estando constituído el spondilium por las placas dentales, que en un cierto número de géneros se reúnen y se prolongan hasta el fondo de la valva, pudiera preguntarse si, en tal caso, esta prolongación se debe á la continuación de las placas reunidas y soldadas, ó si existe un tabique central independiente que constituye el verdadero septum. Las modificaciones que se observan en la dirección de las placas dentales que, según los grupos, pueden ser divergentes, paralelas ó convergentes, y á veces se unen resultando manifiestamente soldadas, como en los *Pentameridæ*, parecería demostrar á primera vista que su disposición es siempre la misma, si ciertos géneros, *Spiriferina* por ejemplo, no nos mostraran el septum central aislado y bien desarrollado, que existe simultáneamente con dos placas dentales bien manifiestas.

La serie de secciones que se representan en la figura 3, I á IV ha sido practicada en un ejemplar de *Spiriferina rostrata* procedente del lias superior de Albarracín; para el estudio de los caracteres internos de esta especie he dispuesto de numerosos ejemplares recogidos por M. Dereims en esta localidad, quien me los ha facilitado generosamente. Los cortes demuestran, no solamente la disposición de las placas dentales y del septum, sino también su estructura.

Puede comprobarse con ellos en primer lugar, que estos tabiques, resultado de un repliegue interno del manto, están constituídos por

dos capas soldadas una á otra, y cuyo espesor variable indica que la secreción caliza ha sido más abundante en ciertos puntos que en otros; además, se ve que las placas dentales, reunidas al principio en la extremidad del septum (corte I) por una callosidad interna, se separan pronto (corte II), conservando solamente la protuberancia interna, que no desaparece sino gradualmente. El septum ya libre disminuye de altura, al mismo tiempo que las placas dentales se adelgazan y terminan por romperse, mostrando entonces en los cortes, por una parte, sus extremidades adhiriéndose al fondo de la val-

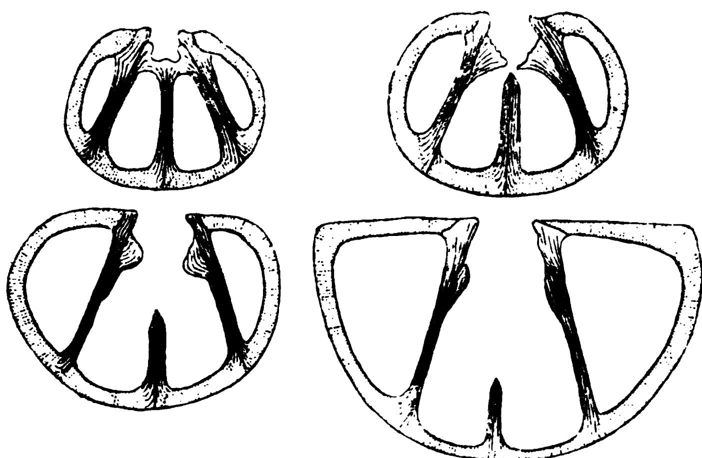


Fig. 3.—Cortes de *Spiriferina rostrata.*

va; por la otra, es decir, por cada lado de la abertura triangular, su punto de origen que pronto va á soportar los dientes.

Estos caracteres tan precisos en *Spiriferina* (ó sea la existencia del tabique y de las placas dentales), se encuentran igualmente en *Cyrtina*, pero ya modificados, y hasta cierto punto ocultos por consecuencia de la fusión de las placas en la línea central.

La prolongación del septum por la mitad de la cavidad peduncular de *Cyrtina*, de que ya se ha hablado anteriormente y que ha sido indicada por primera vez por Bouchard, está claramente representada en los cortes que dan Hall y Clarke; estos autores han demostrado de una manera evidente, no sólo la existencia de este carácter, sino que también han indicado que en el encuentro del septum y de

las dos placas dentales, existe una cámara tubular que, como han observado en *Cyrtina rostrata*, parece hallarse atravesada por el septum central, viniendo á dividirla, según dicen, de una manera irregular en dos compartimentos. Este aparato sería, á su parecer, el homólogo del tubo de *Syringothyris*.

En más de 500 cortes que he practicado en los nates ventrales de varias especies de *Cyrtina* procedentes de Francia, de Alemania, de Bohemia, de Inglaterra y de España, he podido observar que sería posible, con el auxilio de ejemplares en mejores condiciones, llevar más lejos el estudio del aparato interno y llegar á conclusiones más precisas.

Habiendo comprobado la constancia de los caracteres en todas las especies que he examinado, he elegido para su representación,

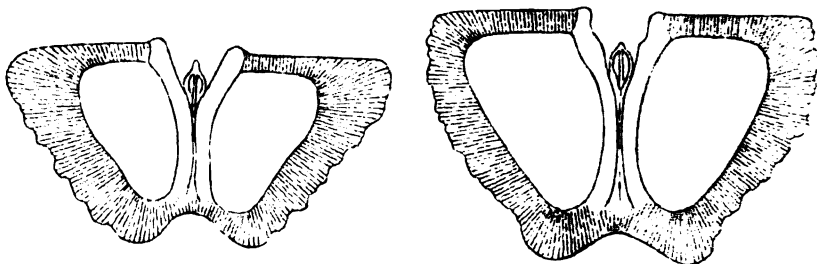


Fig. 4.—Secciones de la extremidad apical del nates ventral de *Cyrtina heteroclyta* á la altura del foramen.

los cortes practicados en un ejemplar de *Cyrtina hispanica*, d'Orb. (=*C. heteroclyta*, var. *A* de Verneuil), cuyo tamaño, más considerable que el de todos los demás ejemplares que han pasado por mis manos, me ha permitido obtener más de cuarenta secciones, solamente en el vértice de la valva ventral; este ejemplar tiene además la ventaja de proceder de un yacimiento donde la distinción entre el relleno interno y la concha es muy manifiesta, facilitándose con esto su estudio.

Cuando se desgasta el nates ventral, según una serie de planos perpendiculares al del área, se observa primeramente la cavidad peduncular ampliamente abierta, y provista en su fondo de una pequeña cresta de vértice muy agudo. Esta cresta se ensancha pronto, se hincha, y entonces se distingue una cavidad central de sección

piriforme, dividida en dos partes por un tabique central muy tenue; este aparato, que designaré con el nombre de *tichorhinum*, á causa de su forma y de los tabiques que presenta, se halla situado sobre la prolongación del septum central (fig. 4), del que, por lo demás, es la continuación [1].

El septum central, aun siendo muy delgado, deja, sin embargo, perfectamente distinta la línea de separación entre las dos laminillas que le constituyen, línea que se prosigue igualmente en el tabique que divide la cavidad piriforme. Acompañan al septum dos placas

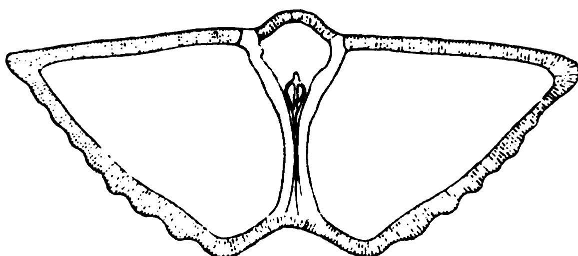


Fig. 5.—Sección de *Cyrtina heteroclita* en la que se comienza á manifestar el pseudodeltidium.

dentales que están soldadas á él; á consecuencia de esta disposición, el septum, en esta parte de la valva, no encontrándose ya en contacto con el manto, cesa de desarrollarse en espesor, y del mismo modo las placas dentales no pueden crecer más que por el costado externo. El septum central, á pesar de ser muy delgado, conserva, no obstante, su individualidad entre las dos placas dentales, y, en general, se distingue muy bien en los cortes, por lo menos en la parte apical

(1) Siendo muy pequeña la doble canal (tubulure) que existe en el tichorhinum, no ha podido rellenarse completamente por las materias extrañas que han penetrado en la cavidad paleal y en el spondylium, y por este motivo se encuentra con frecuencia ocupada por un depósito de carbonato de cal. Por lo demás, suele ocurrir, como puede verse practicando secciones, que la concha no está rellena más que en parte por materias terrosas: arcilla, arena ó barro calcáreo; materias que ocuparon solamente la parte inferior de las valvas, y en situación variable según la posición en que quedó la concha después de muerto el animal, resultando, por consiguiente, una cámara ó espacio vacío en la que el agua cargada de carbonato de cal formó después una masa cristalina.

de la valva ventral; percíbense también las dos laminillas, muy finas, que le constituyen en toda su longitud. A consecuencia de la soldadura de las dos placas dentales sobre cada uno de sus lados, el septum, no encontrándose ya en contacto con el manto, no ha podido aumentar su desarrollo externo, con lo que se explica su poco espesor. Los cortes siguientes muestran la manera de depositarse las capas calcáreas en todo el conjunto de este aparato, observándose que se han sedimentado sobre las paredes del tabique central remontándose un poco á lo largo de las placas dentales; se observa, en el es-

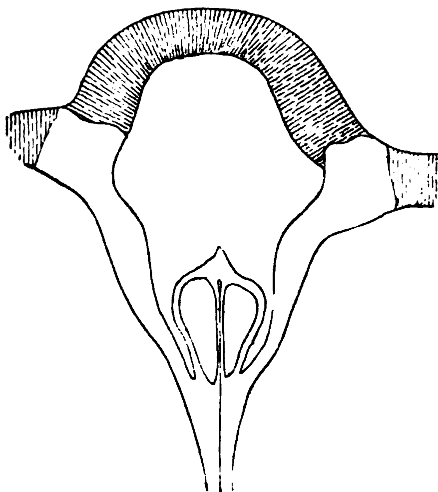


Fig. 6.—Sección, muy amplificada, del spondylium y del tichorhinum.

pesor de éstas, una serie de zonas concéntricas que indican su modo de crecimiento, y al mismo tiempo indican de qué manera habrán de terminar contra el septum. Pronto, en efecto, se las ve adelgazar por cada lado del tichorhinum, después interrumpirse, dejando solamente en la base de este último algunos vestigios que desaparecen rápidamente. El septum queda entonces solo, mostrando siempre en su extremidad la sección completa del tichorhinum, que todavía se ve durante algún tiempo y que acaba por hacerse incompleto á consecuencia de la interrupción que se produce en las partes laterales. Estas desaparecen gradualmente, y sólo queda al poco tiempo una

expansión de forma transversa en la extremidad del septum y un ligero ensanchamiento que indica la base del tichorhinum; estos caracteres se borran á su vez y no queda más que la base del septum.

En esta serie de cortes, el pseudodeltidium no aparece más que en la sección representada en la figura 5, correspondiendo los precedentes al nivel del foramen. El pseudodeltidium está claramente perforado y tiene estructura análoga á la de las valvas; se halla limitado lateralmente por la base de las placas dentales, que no presentan ningún indicio de perforaciones. En cuanto á la sutura central que indica la unión de las dos placas deltidiales, ha debido borrarse y no he podido comprobar su presencia.

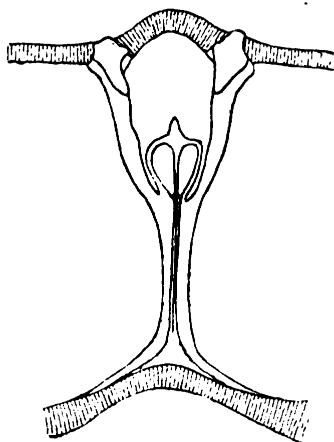


Fig. 7.—Sección en que se muestra en el interior de las placas dentales las trazas de los dientes.

Si se ensaya ahora, según estos cortes, el reconstituir la disposición general de los tabiques, se ve primeramente que el vértice de la valva central está dividido en tres compartimentos, uno de los cuales, el más pequeño, forma la cámara peduncular, constituyendo un spondylium análogo en su forma al de los Pentameros, pero diferenciándose por su estructura; en efecto, en estos últimos el tabique central está constituído solamente por las dos placas dentales que se han puesto paralelas y se han soldado, mientras que en *Cyrtina* este tabique tiene como parte fundamental un septum inicial bien distin-

to, contra el cual vienen á apoyarse las placas dentales, y todo este conjunto va aumentándose con los depósitos laterales sucesivos.

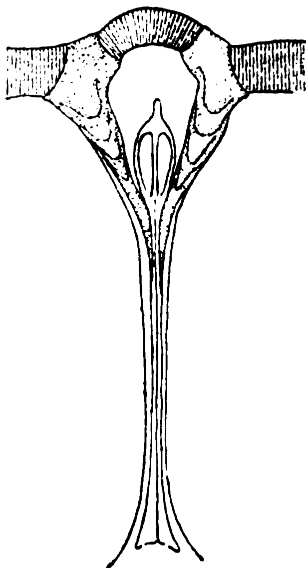


Fig. 8.—Sección en que se representa cómo crecen las placas dentales y la continuidad del septum entre ellas.

Desde el fondo del spondylium se levanta el tichorhinum formando un saliente bastante fuerte, pero dejando, sin embargo, en la par-

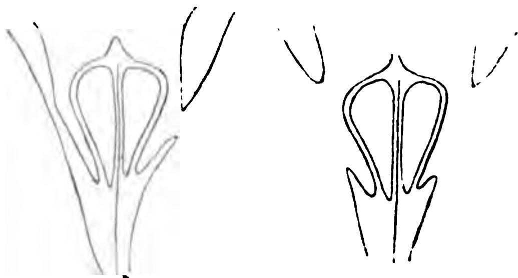


Fig. 9.—Secciones en que se ve la manera cómo las paredes del spondylium se interrumpen para dejar libre el tichorhinum.

te anterior un amplio espacio libre para el pedúnculo; examinando los cortes se ve que las placas dentales vienen á aplicarse contra la

base del tichorhinum que forma parte integrante del septum del que que no es más que la continuación.

En cuanto al objeto de este aparato, todavía es hipotético. Opino, no obstante, que podía servir para alojar los músculos pedunculares ventrales; éstos debían extenderse gradualmente hacia adelan-

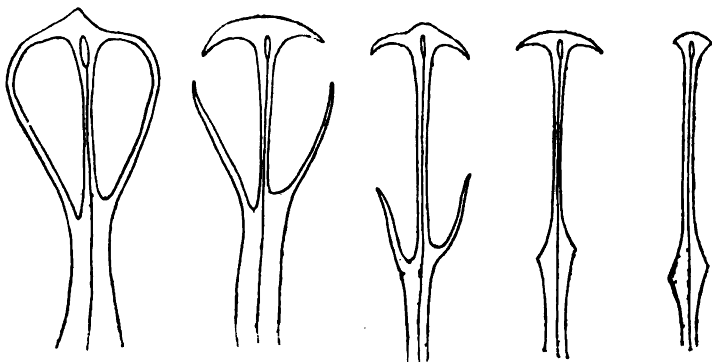


Fig. 10.—Secciones sucesivas del tichorhinum para demostrar la manera cómo va desapareciendo.

te, al mismo tiempo que se prolongaba esta especie de bocinilla de doble compartimento. Por lo demás, esta disposición de los músculos alojados en cavidades tubulares más ó menos desarrolladas, se encuentra también en otros géneros, y en particular en *Douvillina (D. Dutertrei)* entre los Articulados, y en *Trimerella (T. grandis)* entre los Inarticulados. La identificación hecha por Hall y Clarke, entre la cámara tubular de *Cyrtina* y el tubo hendido de *Syringothyris*, no me parece suficientemente establecida, porque en el primer caso este aparato es una dependencia del septum, mientras que en el otro está producido por las placas dentales; además, la porción del tubo de *Syringothyris*, colocada por detrás del tabique transverso, su hendidura longitudinal, y la ausencia de división interna, le dan un conjunto del todo diferente (fig. 11); careciendo de ejemplares bien conservados no he podido estudiar su estructura, pero según las figuras que han dado Winchell, Davidson, Hall y Clarke, opino que

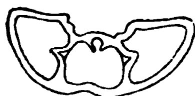


Fig. 11.—Sección transversal del corchete de la valva ventral de *Syringothyris* (Davidson).

el tabique transversal puede compararse á las dos callosidades que en las *Spiriferinas* unen entre sí las placas dentales para formar el spondylium (fig. 3); estas protuberancias, como lo demuestran los cortes, desaparecen bastante rápidamente en este último género; pero en ciertos spiriferos, *Spirifer Verneuilli*, por ejemplo (fig. 12),

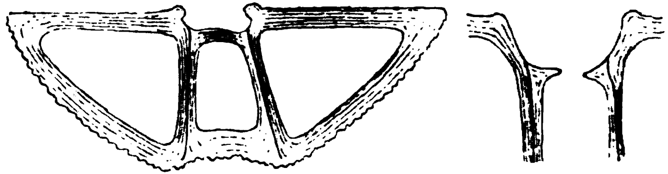


Fig. 12.—Sección transversal de *Spirifer Verneuilli.*

tienen mayor importancia y se ven casi sobre toda la altura del área, bajo la forma de un tabique transversal (fig. 12, *a*) que se prolonga en dos crestas agudas (fig. 12, *b*).

Traducido por

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

EXPLICACIÓN DE LA LAMINA 2

Fig. 1.—*Spirifer Boulei*, n. sp.: tamaño natural.

Figs. 2 á 16.—*Reticularia Dereimsi*, n. sp.: tamaño natural.

Figs. 17 á 34.—*Cyrtina heteroclita*, Defrance, var. *intermedia* Œhlert: 17, tamaño natural; 18 á 34, aumento 1 $^1/_2$. Diversos ejemplares para demostrar cuán variable es esta especie, conservando, no obstante, siempre sus caracteres propios.

EXCURSIONES

VERIFICADAS

DURANTE LA REUNION DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE FRANCIA

EN BARCELONA

EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1898

I

DE GERONA A OLOT Y A SAN JUAN DE LAS ABADESAS

Los datos que siguen se han obtenido en una excursión hecha con objeto de visitar la región volcánica de Olot, partiendo de Gerona, extendiendo la visita hasta las minas de hulla de San Juan de las Abadesas y volviendo de allí á Barcelona por Ripoll y Vich.

El 24 de Septiembre de 1898, á las siete de la mañana, salimos de Gerona para Olot, y á las diez y media llegábamos á Bañolas, marchando siempre sobre las margas numulíticas, las cuales se extienden desde Gerona hasta más allá de Olot.

En Bañolas, villa colocada á la orilla de un lago, con cuyas aguas muelen varios molinos, vimos descansando sobre las hiladas eocenas una caliza tobácea que forma bancos de 3 centímetros á un metro do potencia, que se explota para la construcción de edificios á causa de su ligereza y de la facilidad con que se la trabaja. Monedas y pesos de bronce que se han encontrado en su interior demuestran que esta roca caliza, originada por la precipitación del carbonato cálcico de las aguas del lago, se continúa todavía formando en la época moderna. El Dr. Alsius, boticario de Bañolas, á quien se debe el descubrimiento de la caverna de Seriñá, descrita más adelante por el Sr. Harlé, nos enseñó una colección de objetos de la industria neolí-

tica que él ha recogido en dicha cueva. Nos llamó la atención el tamaño pequeño de los instrumentos de pedernal, que forman delgados buriles, raspadores y puntas de flecha, y además una herramienta semejante á las actuales podaderas de viñas, pero más pequeña, forma que creemos completamente nueva entre los restos de la industria magdaleniense. La estación prehistórica de Seriñá era sin duda un taller de instrumentos de pedernal de tamaño pequeño, tal vez destinados al cambio con otros objetos.

A la una de la tarde pasamos por Besalú, villa colocada sobre el río Fluviá en la bifurcación de las carreteras de Olot á Figueras y de Olot á Gerona, entrando en el valle del Fluviá que íbamos á remontar.

Pasamos por Argelaguer y San Jaime de Lierca, y en este punto empezamos á caminar por el borde superior de la corriente de basaltos, procedente de los volcanes de las cercanías de Olot, que se presenta poco después con todo su desarrollo al llegar á Castelfollit. Esta población está edificada sobre una columnata de prismas de basalto de 54 metros de altura á la orilla del río que circula por entre los derrubios de estos largos prismas desprendidos de la masa principal. En la base de los basaltos se perciben los maciños numulíticos en bancos inclinados; pero no lejos de aquí hubiéramos podido ver intercalados entre el basalto y el numulítico los aluviones cuaternarios, lo que demuestra la edad moderna de la corriente volcánica. Estas relaciones estratigráficas fueron observadas por Lyell, y más tarde por Alsius, Teixidor y Carez.

Llegamos á las seis y media de la tarde á Olot, villa colocada en el centro de una comarca abundante en cráteres volcánicos. El señor Bolós, farmacéutico descendiente de D. Francisco Bolós, á quien se debe el descubrimiento de estos volcanes (1796), nos enseñó una colección donde figuran ejemplares de todos los minerales que acompañan á las lavas de la localidad, y además un molar incompleto de *Elephas Primigenius*, recogido en las cercanías de Olot, ejemplar que demuestra que aquel paquidermo vivió en la vertiente meridional del Pirineo.

Al día siguiente consagramos la mañana á visitar los cráteres inmediatos, y á la subida del de Montelivet observamos el buzamiento de 30° al SO. que presentan los bancos de pudinga oligocena que están en contacto con la vertiente SO. del cráter, y admitimos, conforme á las ideas expuestas en aquel momento por el Sr. Stuart-

Menteath, que existe completa independencia entre el volcán y la forma de la superficie anterior, no habiendo producido las erupciones volcánicas ningún efecto mecánico sobre las rocas terciarias, limitándose á aprovechar las fallas para salir á la superficie.

Sin embargo, dichas erupciones han modificado la hidrografía, puesto que el antiguo lago *De las presas*, hoy dia desecado, debió formarse por el relleno del valle con las lavas esponjosas, y el curso actual del Fluviá es un álveo artificial abierto en época desconocida para sanear dicho antiguo lago.

A las dos salimos para San Juan de las Abadesas, donde llegamos á las seis. La carretera corta las capas numulíticas, después una hilada yesosa, y se entra luego en la masa de pudingas oligocenas que constituyen casi por completo la divisoria de aguas del Fluviá y el Ter, en el Coll de Santigosa (1062 metros de altitud). El buzamiento, que era septentrional, cambia, presentándose aquí un sinclinal.



Fig. 1.—Corte desde Olot á las minas de San Juan de las Abadesas.

1, caliza amigdaloide; 2, hulla y arenisca carbonífera; 3, pudinga cuarzosa y arenisca roja, triásicas; 4, calizas del Muschelkalk; 5, margas (lías medio); 6, margas y calizas margosas numulíticas; 7, lava volcánica; 8, yeso; 9, pudingas y margas oligocenas.

Estas pudingas alternan con margas rojizas, y cuando se desciende por la vertiente del Ter, casi al llegar á la villa de San Juan, se presenta concordando con las pudingas un banco de yeso, que reaparece de nuevo por debajo de las margas numulíticas.

El 27, á las seis de la mañana, salimos para las minas llamadas de San Juan de las Abadesas, pero que se debían llamar de Surroca y Ogassa, porque se encuentran situadas en los alrededores de estas aldeas á 1000 metros de altitud en la vertiente derecha del Ter. Atravesamos el río al salir de San Juan y llegamos á las minas de car-

bón, viendo que las margas azules del numulítico llegan hasta muy cerca de las minas, conservan su buzamiento meridional á pesar de dos fuertes pliegues que presentan casi á la mitad del camino y otros de menor importancia que alteran un poco la estratificación. Los fósiles no abundan, pero recogimos ejemplares de *Turritella Alaciana*, D'Ob.; *Nummulites Globulus*, Lym.; *Pecten Subtripartitus*, D'Arch., y varias *Ostreas*.

El aspecto del terreno cambia súbitamente al entrar en la hoz que da acceso á las concesiones mineras, pues á las formas redondeadas de las colinas margosas eocenas suceden crestones calizos y areniscos; estamos en el trías, separado por una falla del numulítico, dejando, sin embargo, aflorar un pequeño isleo margoso sin fósiles, probablemente liásico.

Del otro lado de la falla el buzamiento es contrario, los bancos buzan al N.: hay, pues, un pliegue en cuyo lado se ven capas invertidas pertenecientes al *lias?*, al trias y al carbonífero.

Este pliegue, que hice conocer en 1885 en la *Reseña geológica de la provincia de Gerona*, explica todas las anomalías que se creía haber en esta cuenca hullera y simplifica su composición, demostrando que las zonas llamadas zona *Gallina*, zona *Faig* y zona *Juncá*, distribuídas de E. á O. á lo largo del manchón hullero, no son más que fragmentos desprendidos por fallas transversales en este gran pliegue inclinado y todas dejan ver más ó menos modificada esta inversión de los bancos, de la cual el efecto no ha sido estratigráfico, sino que ha sido también químico, porque ya hice en dicha época la observación que todas las capas de hulla que conservan su posición normal se han transformado en carbones secos, mientras que las que han sido invertidas, tienen carbones grasos, los cuales han estado ocultos bajo un espesor de bancos pétreos mucho mayor que las otras.

Vueltos á San Juan, tomamos el tren, que nos condujo por Ripoll y Vich á Barcelona, y durante el viaje pudimos notar los pliegues que las hiladas numulíticas presentan al aproximarnos á los contrafuertes pirenáicos, cómo vuelven á tomar disposición normal al entrar en el llano de Vich, y cómo cambian de buzamiento en el borde meridional de esta llanura para alcanzar los derrames de la montaña de Montseny.

Aquí, desde Aiguafreda á Figaró, estamos en la base del numulítico, y puede observarse cómo debajo del eoceno marino se desarro-

lla una formación rojiza, separándole del trías que se halla más adelante. Esta formación rojiza está compuesta de margas y conglomerados, á que se conocía con el nombre de *Garuniense*, pues no lejos de este sitio se halla el *Bulimus Gerundensis*.

Mas esta clasificación, que era natural antes del año 1891, cuando en los Pirineos catalanes yo descubrí la fauna de Rilly en la parte alta de la gran formación rojiza que corona el cretáceo superior, no puede mantenerse hoy después de haber demostrado en una nota (1) que estas margas rojizas que al N. de Berga descansan sobre las capas con *Lychnus* deben separarse en dos tramos, conservando en el garuniense, ó danés lacustre, el tramo inferior que comprende la caliza de Vallcebre, representante en Cataluña de la de Vitrolles en Provenza; y que ha de referirse á la base del terciario el tramo superior compuesto de margas rojizas con *Paludina aspersa*, sobre las que descansan en Berga las calizas con *Alveolina melo*, base casi constante de la formación numulítica. Esta división obligada de las margas rojas subyacentes al numulítico en margas rojas numulíticas y en margas rojas cretáceas, conduce lógicamente á admitir que allí donde se vean margas rojas sobre las que se apoyan las hiladas inferiores de la formación numulítica y apoyándose á su vez sobre rocas de sistemas antiguos (trías, siluriano), sin haber por allí indicios de cretáceo más que á grandes distancias, nos encontraremos en presencia de margas terciarias de la misma edad que las rojas de Berga con *Paludina aspersa*, y las margas que se observan desde Aiguafreda á Figaró se encuentran en este caso, aun cuando éstas encierran el *Bulimus Gerundensis;* que así resulta ser de la misma edad que la *Paludina aspersa*.

Esta conclusión viene á confirmar la idea que el Sr. Carez expresó en 1881 en su *Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de l'Espagne*, cuando él colocaba las capas con *Bulimus Gerundensis* en la base del terciario, y esto que fué una verdadera intuición geológica difícil entonces de demostrar, y que yo combatí por lo que hasta entonces había visto; pero mi descubrimiento de 1891 ha demostrado claramente el verdadero lugar de las hiladas.

Por debajo de estas margas se presentan las calizas del trías superior y las pudingas cuarzosas de la arenisca abigarrada, después las

(1) Nota sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly en el Pirineo catalán. (*Memorias de la Real Acad. de Ciencias de Barcelona*, 1891.)

pizarras paleozóicas en Figaró, el granito en la Garriga, y entramos en la llanura de Granollers, donde el cuaternario tiene gran desarrollo y alcanza hasta las cercanías de Barcelona.

Luis M. Vidal.

Septiembre 1898.

OBSERVACIONES

ACERCA DE LA REGIÓN VOLCÁNICA DE OLOT

De esta región, ya descrita por mí en el *Bulletin de la Société Ramond* de 1889, puedo añadir algunos datos:

1.° Los volcanes de los que muchos no han sido figurados todavía en los mapas, se hallan colocados siguiendo la costa de un antiguo golfo plioceno; y teniendo en cuenta la existencia de rocas similares de Cette y Marsella, parece que aquél sería el litoral de la zona volcánica del Mediterráneo. 2.° Los cráteres y corrientes de lava se presentan enteramente independientes de la forma de la superficie antigua y no han ejercido ningún efecto mecánico visible en las rocas anteriores al plioceno, sobre cuya superficie se depositaron, y de las que á menudo se presentan separados por un antiguo suelo arcilloso ó por los aluviones pedregosos de los valles. 3.° El golfo antiguo parece ser resultado de un hundimiento según fallas que hicieron descender el oligoceno por bajo del nivel del eoceno. 4.° El yeso que se encuentra con bastante desarrollo entre el oligoceno y eoceno parece independiente de los volcanes. 5.° El olivino, poco visible en las lavas de Olot, parece ser, según las observaciones del Sr. Bolós, abundante en las rocas volcánicas más próximas á la costa acual. 6.° Las rocas oligocenas yesíferas, que recuerdan perfectamente el terreno triásico, presentan un espesor de más de 300 metros, y descansan sobre una formación de tal vez 1000 metros de potencia, toda correspondiente al eoceno. 7.° Los volcanes están situados á 20 quilómetros del terreno hullero de San Juan de las Abadesas, donde la hornaguera tiene más de 22 metros de espesor, y como probablemente la formación se encontrará por bajo de la región, tal vez las lavas

tengan relación en su composición química con la hulla, pues es sabido que en España y en otros países los volcanes se presentan encima de masas muy importantes de materias reductoras, confirmando la teoría geológico-química que yo presenté en la Asociación Británica en 1871. 8.º En la mina de hulla de San Juan he reconocido la identidad del mármol amigdaloide con *Goniatites* con el *griota* de los Pirineos centrales y orientales, y no he visto nada de anormal en la disposición estratigráfica de aquella cuenca.

STUART MENTEATH.

Septiembre 1898.

II

DE SANS A MONTJUICH

Saliendo de Barcelona se puede observar el gran manto cuaternario referible al *lehm* con nódulos calizos que cubre la llanura y descansa en los depósitos terciarios del subsuelo. A un quilómetro de la ciudad, en la aldea de Hostafranchs, hay un cerrillo ó pliegue de terreno donde por el derrubio del cuaternario han quedado al descubierto las margas arenosas blanquecinas y amarillentas del astiense, y un quilómetro más allá, en Sans, en la misma estación del tranvía, vuelve en otra colina á asomar el mismo terreno cuyas capas se descubren en la trinchera abierta para la construcción de la carretera, siendo las superiores de formación marino-litoral y compuestas de lechos de guijarros pequeños y arenas amarillentas con restos de algas calizas ó *Lithothamnium:* estas capas con guijos son la continuación de la que con cantos rodados bastante gruesos y bien cimentados, forma una banda de pudinga poligénica que corre en el nivel superior del astiense marino en casi toda la orilla izquierda del Llobregat desde Hospitalet hasta Papiol.

Dejando la carretera y tomando la dirección del Montjuich, se atraviesa la última colina astiense sobre la que están construidas la iglesia y el pueblo de Sans, donde hay varias trincheras muy interesantes para el geólogo hechas en el cerro astiense para la apertura de nuevas calles que se unen con el camino de Hospitalet y Villafranca, pasando por el fondo del vallejo que hay entre la colina tortonense de Montjuich y el cerro plioceno de Sans, sólo distante unos 400 metros.

En la plaza que se ha excavado delante de la fachada de la iglesia, edificada, como hemos ya dicho, en lo alto del montículo, se puede ver cómo los lechos litorales con guijarros, observados en la carretera allí cerca, se cambian en margas arenosas amarillas que en la parte inferior y media buzan hacia Montjuich y se apoyan en estratificación discordante sobre las capas que constituyen esta colina tortoniense.

Las margas arenosas contienen una fauna completamente litoral con:

Ostrea Companyoi, Font.
— *Perpiniana*, Font.
Anomya ephippium, Lin.
Pecten benedictus, Lamk.
— *Labnæ*, Mayer.
Limopsis sp.
Isocardia cor, Lin.
Mytilus Sanctensis, Alm. et Bof.

y sobre todo con *Pleuronectia cristata*, Bronn.; lo que acusa, junto con el depósito margoso, un régimen de aguas tranquilas, gracias al cual conchas tan delicadas han podido conservarse perfectamente.

En este depósito margoso amarillo sólo se encuentran, como sucede siempre en sus análogos, moldes internos, salvo para las *Ostreas* y los *Pectenes*, cuya concha se conserva sin alteración, fenómeno general y explicable por la composición ó la estructura especial de las mismas conchas.

En la parte superior del depósito hay un lecho delgado formado de caliza concrecionada nodulosa y blanquecina, sobre el que hay una capa de travertino de 0'10 á 0'30 de espesor, y sigue el *lehm* arcilloso-calizo rojo que cubre la llanura y las vertientes N., O. y S., de la inmediata colina de Montjuich.

Al llegar al pie de esta colina se puede deducir fácilmente que en época no muy remota estaba rodeada por el mar plioceno y formando un islote, como hoy día sucede también en el Mediterráneo con la colina de Cette, apenas separada de la llanura.

Siguiendo desde Sans por la carretera del puerto que corre á lo largo de la vertiente O. del Montjuich con dirección al Cementerio nuevo ó del SO., comprobando lo dicho por la mayor parte de los geólogos que han visitado la ciudad, y principalmente por Toschi, La Marmora, Janer, Llobet, y sobre todo por Vezian (1), Carez (2), Maureta y Thos (3), que últimamente han estudiado con de-

(1) Vezian, *Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelona*, pág. 39.
(2) Carez, *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, pág. 264.
(3) Maureta y Thos, *Descripción geológica de la provincia de Barcelona*, pág. 383 y siguientes.

talle la constitución geognóstica y edad geológica de la comarca.

Cerca del Cementerio se pueden ver en las grandes canteras, actualmente en explotación, los bancos inferiores de la arenisca que más ó menos compacta constituye toda la montaña, estando generalmente acompañada por algo de limonita.

En la ladera del SO. hay un buen corte del terreno que permite reconocer la serie de hiladas siguiente de abajo arriba:

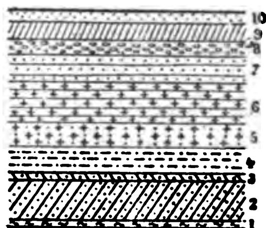


Fig. 2.—Corte de la escarpa SO. de Montjuich.

10, Cuaternario; 9, Arenisca; 8, Margas blancas con *Pect. galloprovincialis;* 7, Conglomerados; 6, Capa con *Turr. bicarinata;* 5, Capa con *Proto-rotifera;* 4, Capa con *Ostr. crassissima;* 3, Lecho de arcilla azul; 2, Banco de arenisca dura; 1, Arenas inferiores.

1.° Lecho de arenas arcillosas amarillentas con pocos fósiles.

2.° Banco de arenisca dura, blanquecina ó verdosa, cuando tiene algo de silicato de hierro. Su espesor total es de 15 metros y dentro de la masa cuarzosa hay algunas guijas y pocos fósiles; *Proto-rotifera*, Lamk.

3.° Lecho de arcilla azul esméctica con *Scalaria tenuicostata, Pecten vindascinus, Echinides* piritoso. Contiene pequeños cristales cúbicos de pirita de hierro. Su espesor no pasa de 1m'80.

4.° Capa margo-arenosa gris ó amarillenta con concreciones silíceas de limonita. Es de color violeta en la base y encierra *Ostrea crassissima, O. gingensis, O. fimbriata,* etc. Los derrumbes impiden apreciar su espesor.

5.° Capa arenosa ferruginosa con algo de grava, muy fosilífera, con profusión de *Protorotifera*, que forma allí bancos. Esta especie se encuentra en todos los niveles de la colina. Las otras especies más comunes son:

Conus Mercati, Brocc.
Ostrea fimbriata, Grat.
Venus umbonaria, Lamk.
Tellina planata, Linn.
Pecten Gentoni, Font.
Pectunculus pilosus, Lin. var.
Proto cathedralis, Brong.
Cardita Jouanneti, Bast.

6.° Capa más arenosa que la anterior, con guijas sueltas y de color amarillento que se hace margosa en algunos puntos, sobre todo hacia el O.; muy fosilífera.

La *Protorotifera* es menos común que en la capa anterior, pero abunda la *Turritella bicarinata*, Eithw., y otras especies, principalmente:

Mesalia Cabrierensis, Fisch.
Terebra fuscata, Brocc.
Dentalium Michelotti, Hörn.
Pecten Gentoni, Font.
— *galloprovincialis*, Math.
Ostrea fimbriata, Grat.
Anomya ephippium, Lin.

7.° Conglomerado poligénico compuesto de cantos de granito, pórfido, cuarzo lídico, pizarras maclífera, micácea, arcillosa, etc.

Hay algunos lechos de arenisca intercalados, y en la base se encuentran:

Dentalium Michelotti, Hörn.
Turritella (Proto) cathedralis, Brong.
Ostrea fimbriata, Grat.
Anomya ephippium, Lin.

8.° Margas blanquecinas con *Pecten galloprovincialis*, Math., é impresiones de plantas: *Quercus*, *Juglans*, *Diospyros*, etc.

9.° Areniscas silíceas con *Protorotifera* y almendrones. Es el depósito más superior que se encuentra en la colina y llega hasta la cima.

10. Manto de *lehm* cuaternario, arcilloso, noduloso, que se extiende sobre todo por la pendiente NO., donde tiene más espesor.

Es necesario observar dos cosas: 1.ª, que todas las capas son concordantes entre si, y, por consiguiente, que la misma serie de capas se encuentra en la vertiente de Miramar (antiguamente Vista Alegre); 2.º, que en esta vertiente de Miramar, gracias al pequeño pliegue sinclinal que allí se encuentra, la serie visible empieza con una capa margosa con *Turritella Turris* (*A*, fig. 2), y sobre esta capa hay capas arenosas y gravas con *Protorotifera*, *Ostrea fimbriata*, etc. Es, pues, presumible que por el SO. la hilada con *Turritella Turris* queda oculta por los aluviones del delta de Llobregat, ya que el buzamiento de las capas hacia el SO. no se altera.

He aquí la lista de las especies fósiles encontradas en las capas de la colina de Montjuich. Todos los ejemplares presentan un tinte ferruginoso típico producido por la limonita, y la mayor parte, sobre todo las especies de grandes dimensiones, están espatizadas, y mientras de otros sólo se conservan los moldes vaciados.

Vertebrados.

Sus major, Gerv.
Odontaspis cuspidata, Agass. (*denticulata* Hoppe).

Crustáceos.

Balanus sp.

Moluscos.

Strombus Almeræ, Crosse.
Pereiroæ Gervaisi, Vezian.
Murex torularius, Lam., var. *Montjovicus*, Alm. y Bof.
— *aquitanicus*, Grat.
— *striæformis*, Mich.
— *austriacus*, Hörn. y Auing.
— *polymorphus*, Brocc., var. *Barcinonensis*, Alm. y Bof.
— *sublavatus*, Bast., var. *Grundensis*, Hörn. y Auing.
Triton olearius, Lin., var. *A. Bell.*
— *gibbus*, Alm. y Bof.
Fasciolaria Tarbelliana, Grat.
— *fimbriata*, Brocc.
— *Linchi*, Bast.

Cancellaria Westiana, Grat.
— *Barjonæ*, da Costa.
— *spinifera*, Grat.
— *gradata*, Horn., var. *Masferreri*, Alm. y Bof.
— *subcancellata*, d'Orb.
— *inermis*, Pusch.
Pyrula cornuta, Agass.
— *Lainei*, Bast.
— *permagna*, A. y B. (sp. inéd.)
— *rusticula*, Bast.
— *condita*, Brgt.
Fusus Almeræ, Tourn.
— *Valenciennesi*, Grat.
— *inæquistriatus*, Bell.?
— *crassicostatus*, Bell.
— *inflatus*, Brocc.
Terebra fuscata, Brocc.
— *modesta*, Defrance.
— *Höchstetteri*, Horn. y Auing.
Plicaria, Bast.
Buccinum Agathense, Bell.
— *semistriatum*, Brocc.?
— *incrassatum*. Mull., var. *minor*.
— *pulchrum*, D'Ancona.
— *Brugadinum*, Grat.
Cassidaria echinophora, Lamk.
Cassis mamillaris, Grat.
— *saburon*, Lamk.
— *sulcosa*, Lamk.
Oliva clavula, Lamk.
— sp.
Ancillaria glandiformis, Lamk.
Conus betulinoides, Lamk.
— *Aldrovandi*, Brocc.
— *Berghausi*, Mich.
— *fusco-cingulatus*, Brocc.
— *Mercati*, Brocc.
— *clavatus*, Lamk.
— *ponderosus*, Brocc.

Conus Noæ, Brocc.
— *subraristriatus*, da Costa.
— *Sharpeanus*, da Costa.
— *Eschevegi*, da Costa.
— *Broteri*, da Costa.
— *ventricosus*, Bronn.
— *Haveri*, Partsch.
— *Puschi*, Mich.
— *canaliculatus* autorum.
Pleurotoma cataphracta, var. A. *Bell.*
— *ramosa*, Bast.
— *sejungenda*, Bell.
— *asperulata*, Lamk.
— *calcarata*, Grat.
— *Jouanneti*, Desmoul.
— *pretiosa*, Bell.
— *carinifera*, Grat.
Mitra incognita, Bast
— *striatula*, Brocc.?
Cipræ pyrum, Gmelin.
— *amygdalum*, Brocc.
— *sanguinolenta*, Gmel.
— *Duclosiana*, Bast.
Natica millepunctata, Lamk.
— *redempta*, Micht.
— *Josephinia Risso*, (= olla).
Turbonilla costellata, Gart.
Cerithium Klipsteinii, Micht.
— *pictum*, Bast.
— *bidentatum*, Grat. (= Duboisi).
Melanopsis Martiniana, Feruss.?
Neritodonta aff *sulcosa*, Grat.
Turritella cathedralis, Brgt.
— *gradata*, Menke.
— *(Proto) rotifera*, Lamk.
— *bicarinata*, Eichw.
— *turris*, Bast.
— *(Mesalia) Cabrierensis*, Fisch. et Tourn.
Vermetus arenarius, Lin.

Scalaria pseudoscalaris, Brocc.
— *tenuicostata*, Micht.
— *subspinosa*, Grat.
— *clathratula*, Turton.
Solarium gr. *simplex*, Bronn.
Phorus cumulans, Desh.
Turbo tuberculatus, de Serres.
— *Parkinsoni*, Bast.
Rotella subsuturalis, d'Orb.
— sp.
Calyptræa ornata, Bast.
— *sinensis*, Lin.
Patella Klipstenii, Michti.
— *neglecta*, Michti?
Dentalium Michelotti, Horn.
— *vulgare*, Lin.
Helix Christoli, Math.
Scaphander lignarius, Lin.
Ostrea digitalina, Dub.
— *fimbriata*, Grat.
— *crassissima*, Lamk.
— *gingensis*, Schlot.
Ostrea linguatula, Lamk.?
— *Delbosi*, May.
Anomia ephippium, Lin.
— *costata*, Brocc.
Pecten solarium, Lamk.
— *Besseri*, Andrz.
— *Tournali*, de Serres.
— *Janus*, Münst.
— *subleithejanus*, Alm. y Bof.
— *convexior*, Alm. y Bof. (gr. *P. benedictus*).
— *galloprovincialis*, Math.
— *Menkei*, Goldf.
— *Gentoni*, Font. [1] sub. nom. Celestini [2].
— gr. *Gentoni*.

(1) Fontannes, *Bassin de Crest*, pág. 12.
(2) Fontannes, *Bassin de Visan*, pl. III, fig. 4.

Pecten gr. *Labnæ*, May.
— *macrotus*, Goldf.
— *submacrotus*, Alm. y Bof.
— *venustus*, Goldf.
— gr. *callistus*, Alm. y Bof.
— *ventilabrum*, Goldf., var. *semilævis*, Alm. y Bof.
— *varius*, Lin.
— *variusculus*, Alm. y Bof.
— — var. C., Alm. y Bof.
— *opercularis*, Lamk.
— *scabriusculus*, Math.
— gr. *scabrellus*, Math.
— *pasio*, Lin.
— *præbollenensis*, Alm. y Bof.?
— gr. *Bollenensis*, Font.
Lima inflata, Chemn.
Pinna Brocchii, var. d'Orb.
— sp.
Mytilus cf. *Haidingeri*, Horn.
Modiola, sp.?
Arca Fichteli, Desh.
— *diluvii*, Lamk., var.
— *rhodanica*, Font.
— (Barbatia) *barbata*, Lin.
Pectunculus pilosus, Lin., var.
— *Llobeti*, Vezian.
Cardium Darwini, May.
— *Schmidti*, Horn.
Cardium discrepans, Bast. in Horn.
— sp.
Arthemis, sp.
Lucina rotundata, Montag.
— *columbella*, Lamk.
— *miocenica*, Michtti.
— *Dujardini*, Desh.
— *(Loripes) leucoma*, Turton.
Pisidium priscum, Eichw. in Horn.
Cypricardia, sp.
Cardita Jouanneti, Lamk., var. *læviplana*, Defr.

Cardita Zelebori, Horn.
— *crassicosta*, Lamk., var.
Venus umbonaria, Lamk.
— *Arnoudi*, Fisch y Tourn.
Venus Dujardini, Horn.
— *plicata*, Gmel.
— gr. *excentrica*, Agass.
Cytherea pedemontana, Agass.
— sp.
Lutraria oblonga, Lam., var. cf. *sanna*, Bast.
— cf. *sanna*, Bast.
Tellina planata, Lin.
— gr. *planata*, Lin.
— *Stromayeri*, Hörn.
— *lacunosa*, Chemn.
— *Crassa*, Pennant, var.
Arcopagia, sp.
Solecurtus strigillatus, Lin.
— *antiquatus*, Pult.
Corbula gibba, Olivi.
— *revoluta*, Brocc.
Panopæa Menardi, Desh.
Thracia Sanctensis, Alm. y Bof.
Cardilia?, sp.
Pholadomya alpina, Math., var.
Solenomya?, sp.
Gastrochæna, gr. *intermedia*, Hörn.
Pholas dactylus, Lin., var.
Teredo Norvegica, Spengler.
Clavagella bacillaris, Desh.

Echinoides.

Clipeaster altus, Lamk. (= *turritus*, Agass. in Desor).
— *crassicostatus*, Agass.?
— *intermedius*, Des Moul.?
Scutella subrotunda, Lamk.?
Schizaster Scillæ, Dessor?
— sp.
Moldes de tubos de Anelidos.

Plantas.

Typha latissima, Brgt.
Cyperites, sp.
Salix, sp.
Populus mutabilis, Heer.
Myrica salicina, Unger.
Quercus præcursor, Saporta.
— *elæna*, Ung.
— *myrtilloides*, Ung.
— *Charpentieri*, Heer.
— *Meriani*, Heer.
— *ilex*, Lin.
— — (oblonga), Lin.
Benzoin antiquum, Heer.
Andromeda protogea, Ung.?
Diospyros brachysepala, A. Brgt.
Sapindus densifolius, Heer.
Rhus Heufleri, Heer.
Juglans vetusta, Heer.
Xanthophyllum juglandinum, Heer.
Robinia, sp., etc.

Los restos vegetales se encuentran en la capa margo-arenosa superior acompañados de ciertas especies fósiles de moluscos costeros que se hallan también entre las capas pliocenas de la comarca.

Ciertas especies como la *Ostrea crassissima*, la *Cardita Jouanneti*, y sobre todo el conjunto de la fauna que se recoge en la colina, asi como su constitución geognóstica, indican claramente que debe referirse su formación al segundo tramo mediterráneo, pues el conjunto de hiladas marinas, excepto las más bajas, pertenecen por completo al tramo tortonense, ó sea al nivel de Cabrières d'Aigues, correspondiendo la zona más inferior al nivel superior del Helveciense.

Volviendo pasos atrás del cementerio, que está construido en la vertiente SO. de la colina y á corta distancia del mar, se ven grandes derrubios en que hay muchos trozos de arenisca amontonados sobre las margas que asoman por cima de la casa de Antúnez. Las olas del mar que en otra época barrian la vertiente de la colina,

ayudadas por las acciones atmosféricas, han formado estos derrubios, que, careciendo de la cohesión que también falta en los lechos margosos y arenosos donde se apoyan, dan, cuando las lluvias son abundantes, resbalamientos del terreno hacia el mar, como el ocurrido en 1894, cuya masa enorme destrozó en su marcha los enterramientos situados en la extremidad E. del cementerio.

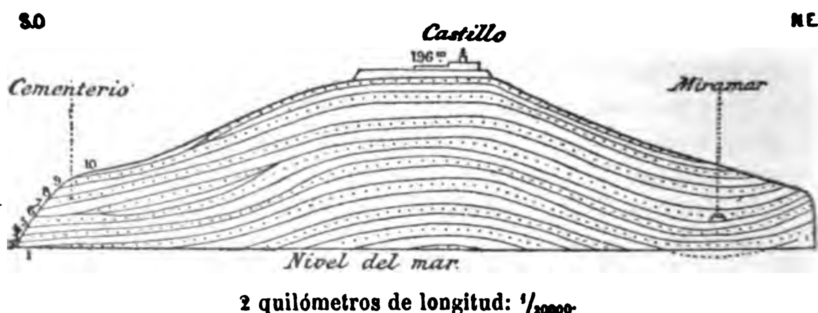
Volviendo á la ciudad por la carretera del litoral asentada sobre la misma roca del acantilado, se puede observar bien la constitución de la colina y la regularidad en la estratificación de sus diversas capas, gracias á una falla vertical con la cual los estratos del yacente han quedado hundidos bajo las aguas del mar, mientras que los del pendiente se han elevado formando el acantilado por donde va el camino.

También en el yacente de la misma falla hay un pliegue anticlinal cuya arista está ocupada por el fuerte del castillo, y después se ve un ligero sinclinal situado hacia el N. de la colina por debajo de Miramar, mientras que el anticlinal llega hasta la altura de 196 metros entre los deltas del Llobregat y del Besós. Por consiguiente, observando los estratos que comprende la colina se verá los que buzan á la izquierda ocultarse bajo la llanura actual del delta del Llobregat, mientras que en la derecha desaparecen bajo los aluviones del Besós en que se apoya Barcelona. Del lado del interior las capas buzan hacia el NO., yendo á pasar bajo las margas pliocenas de Sans y bajo el banco calizo con impresiones y con moldes de *Cardium edule*, etc., que se encuentra en la falda N. de la colina, mientras que por el NE. el buzamiento de las capas es pequeño, habiendo allí una alternación de capas areniscas duras y friables que se acusa por las eminencias que las primeras hacen sobre las segundas, hasta distinguirse nueve hiladas de bancos duros que forman á modo de escalones salientes. Por el NE. y SE. las capas están cortadas en acantilado, producido primero por la acción corrosiva de las olas del mar plioceno que envolvía á la colina, y después por la acción de las aguas corrientes, que, viniendo del macizo de Tibidabo, se dirigían hacia el Mediterráneo que rodeaba el Montjuich por NE. y SE.

Mirando desde la entrada del puerto el acantilado del litoral, se ve muy claramente la disposición y el buzamiento de las hiladas regularmente estratificadas (fig. 2), así como la constitución geognóstica de la montaña en su parte central, donde presenta de abajo arriba la constitución siguiente:

1.° En la base arenisca cuarzosa de grano grueso, casi un ver-

dadero conglomerado, muy compacta en casi todos los niveles, metamorfoseada y sin líneas de estratificación; los guijarros abundan más en la zona inferior. Este depósito sabuloso aparece muy claro en medio y en la base de la montaña por debajo del castillo, en el paraje llamado el *Morrot*, donde estas areniscas formaban una eminencia que ha sido desmontada para construir la carretera, y sus hiladas son quizás lo más antiguo de la colina, cuya base desaparece en el mar mientras que su parte superior está á unos 30 metros por encima. Al NE., más allá de Miramar, aparecen las capas margosas con *Turritella turris*, que corresponde á la base del tramo y son evidentemente *helviecenses*.



2 quilómetros de longitud: 1/20000.

Fig. 3.—Acantilado litoral de la colina de Montjuich.

10, cuaternario; 9, arenisca silícea; 8, margas blancas; 7, depósito de aglomerados; 6, capa con *Turr. bicarinata;* 5, capa con *Protorotifera;* 4, capa con *Ost. crassissima;* 3, lecho de arcilla azul; 2, banco de arenisca dura; 1, arenas inferiores; *a*, capa con *Turr. turris.*

2.° Encima se presenta una serie de bancos de areniscas duras, alternando en ocasiones con lechos de arenas arcillosas, amarillentas, grises ó violadas y con margas y arcillas azules ó amarillentas que forman casi toda la masa de la montaña.

Una segunda serie de capas arenosas con algunos guijarros entre su masa corona la colina y es lo más esencial de la constitución del Montjuich, pues estas areniscas son las que se utilizan como piedra de construcción en Barcelona.

Se presentan en bancos de espesor variable entre 4 y 5 metros, siendo aún más gruesa la capa inferior. Estos bancos están atravesados por muchas grietas verticales, de las que algunas están llenas

por carbonato de cal cristalizado, laminillas de yeso, filoncillos de galena y de barita, cristales de pirita de hierro y de azufre amorfo, etc.

Ha de observarse que en todas las hiladas del medio de la montaña se nota una acción metamorfoseadora muy intensa que ha transformado en algunos sitios la arenisca en planitas y aun en jaspe perfectamente caracterizado, y aún se encuentran á veces nódulos de cuarzo, ágata y de calcedonia.

El metamorfismo ha alterado también la regularidad de la estratificación de las capas, borrándola en algunos puntos y observándose contraste muy sensible entre la parte donde las capas están metamorfoseadas y donde no lo están.

El metamorfismo ha producido también el agrietamiento de la roca en sentido perpendicular al de la estratificación por consecuencia de verdaderas contracciones que se notan, aunque con menos intensidad, tanto en el lado NE. (Miramar) como en el SO. (Cementerio).

JAIME ALMERA.

Septiembre de 1898.

III

DE OLESA A LA PUDA Y MONTSERRAT

Saliendo de Barcelona por la línea del N. hasta la estación de Olesa, la línea atraviesa primero la llanura cuaternaria de Barcelona, siguiendo la orilla derecha del delta del Besós y después cruza la cadena del Tibidabo por Moncada, viéndose el granito descompuesto en San Andrés de Palomar, las pizarras cristalinas maclíferas que envuelven al granito formando la aureola metamorfoseada, y por encima las pizarras con sericita atravesadas por filones de pórfido cuarcífero. Después de haber franqueado el puerto de Moncada se entra en la cuenca del Vallés, constituída por el *pontiense* continental, cubierto en gran parte, desde Sardañola, por el *lhem* cuaternario; las mismas capas siguen hasta Sabadell, donde se han descubierto osamentas de *Hipparion Gracile,* Kraup, así como de *Mastodon longirostris,* Cuv., en Tarrasa. Desde esta estación se reconoce por su coloración amarilla el *lhem* de *Hippopotamus major,* Cuv., que en los ribazos del barranco de San Pere descansa sobre el *pontiense* y queda á su vez cubierto por aluviones modernos. Poco más allá se ve el mismo horizonte con facies torrencial apoyarse en las pizarras paleozóicas de Villa de Caballs, las mismas sobre que también está construída la estación de Olesa.

Son estas pizarras paleozóicas arcillosas, duras, de color gris ó violeta, muy plegadas y atravesadas por muchos filones de cuarzo blanco. La ausencia de fósiles no permite fijar la edad de estas pizarras de una manera cierta: ¿serán devonianas?

A los Sres. Thós y Maureta [1] ocurrió ya esta dificultad, que aún continúa, para unas rocas que en el fondo del barranco de San Jaume, cerca de allí, se presentan con color azul, descompuestas, derrubiadas y con la apariencia de arcillas terciarias.

A pocos metros de la estación, subiendo por la vía, se encuentra el trías con discordancia de estratificación sobre las pizarras y pre-

(1) Ob. cit., pág. 254.

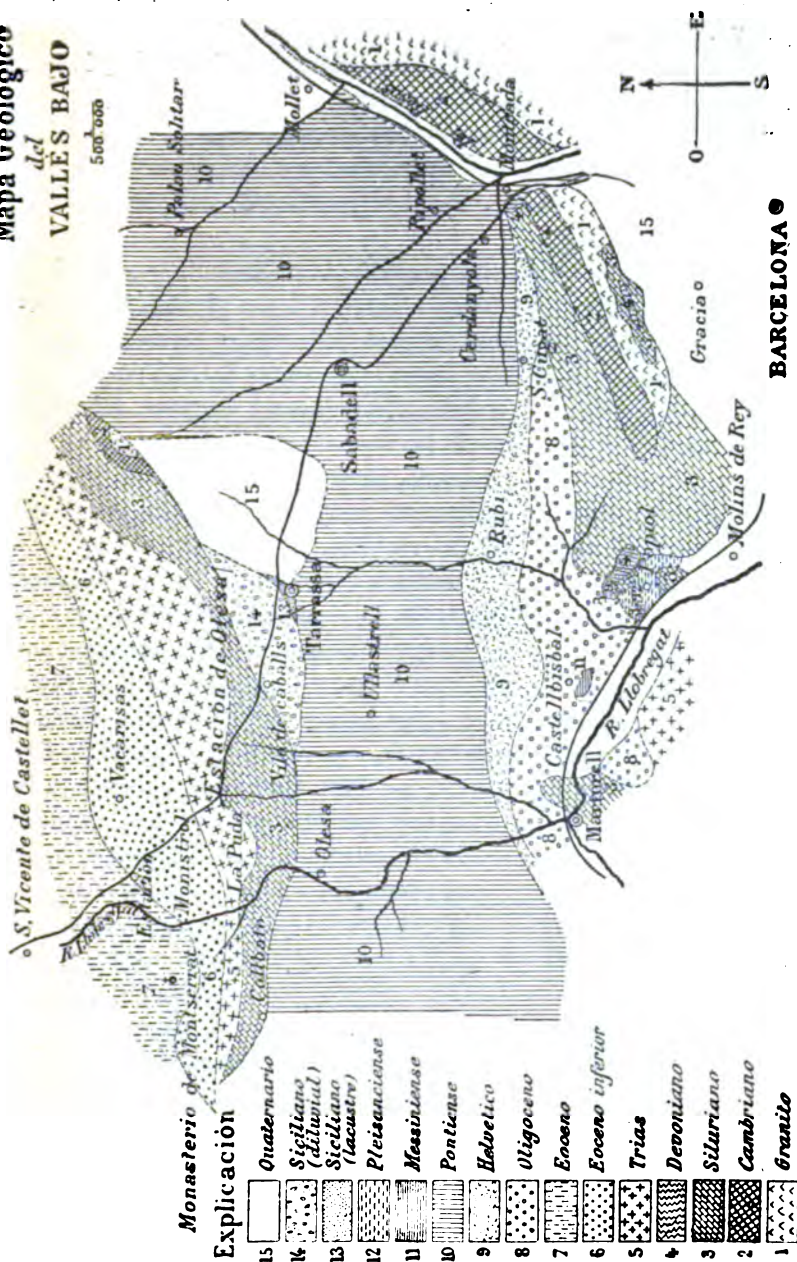

Mapa Geológico
del
VALLÉS BAJO
1/500.000
Explicación
15 Cuaternario
14 Siciliano (diluvial)
13 Siciliano (lacustre)
12 Pleisanciense
11 Messiniense
10 Pontiense
9 Helvetico
8 Oligoceno
7 Eoceno
6 Eoceno inferior
5 Trias
4 Devoniano
3 Siluriano
2 Cambriano
1 Granito
S. Vicente de Castellet
Monasterio de Montserrat
Vacarisas
Monistrol
Estación de Olesa
La Puda
Olesa
Tarrasa
Sabadell
Rubí
Castellbisbal
Martorell
R. Llobregat
Molins de Rey
S. Cugat
Cerdanyola
Mollet
Moncada
Papiol
Gracia
BARCELONA
N
E
S
O

Fig .3.

sentando igual composición que en todo el litoral hacia Palleja, Vegas y Vallirana.

Algunas veces las capas están levantadas y aun invertidas, lo que facilita el estudio de toda la formación.

En la base, sobre las pizarras, hay un conglomerado blanquecino de elementos cuarzosos, que en bancos muy levantados forma una especie de crestón donde se apoya el estribo SE. del puente ó viaducto del ferrocarril.

Encima y en estratificación concordante se presenta una arenisca roja micácea, tránsito en la parte superior á una psamita igualmente roja, y en estas capas está excavado el barranco de San Jaume, de unos 120 metros de anchura, estando la ermita de San Pere Sacama edificada en lo alto de la collada, al otro lado del barranco, sobre estas mismas rocas del grupo de la arenisca abigarrada, encima de las cuales, y siempre en concordancia, viene la caliza del Muschelkalk en capas muy levantadas ó ligeramente invertidas ó plegadas, sobre las que se apoya el estribo NO. del viaducto.

En la cantera abierta á la entrada del túnel se ven con claridad los fuertes pliegues que forman las rocas calizas, mientras que á la salida los bancos calcáreos y margosos reposan regularmente unos sobre otros, sin otra alteracion que el fuerte buzamiento común. Estas calizas son amarillentas en su parte inferior, al cual nivel se encuentran los *Ceratites Natica*, *Chemnitzia*, etc., descubiertos por el Sr. Bofill [1], y encima de esta hilada, que tiene poco espesor, descansa la caliza dura grumosa, de color gris, con *Mentzelia Menzeli*. El túnel atraviesa todas estas capas casi normalmente, y su espesor es de unos 30 metros, menor, por consiguiente, que el de las areniscas rojas.

Elevándose verticalmente por el otro lado del barranco forman las calizas el Puig Ventós que resalta entre las areniscas rojas inferiores y las hiladas de las areniscas superiores, rojas también, y yesíferas en la comarca, aunque no en este paraje. Estas areniscas superiores son arcillosas, de grano generalmente más fino que las abigarradas, con manchas verdosas en algunos sitios, muy pobres en mica y en lechos concordantes con las hiladas regulares del Muschelkalk. Su espesor es casi el mismo que el de éste.

(1) Véase la nota del Sr. Bofill acerca del trías y el garunense de la estación de Olesa (Barcelona), y acerca de la presencia de *Ceratites* en estas capas triásicas.

Después, siempre en concordancia de estratificación y muy levantada, viene otra hilada de caliza compacta gris, dividida en lechos delgados, sin *Ceratites*, pero con *Fucoides*. Esta caliza es á veces dolomítica, tiene más potencia que el Muschelkalk y sobresale entre las areniscas arcillosas y yesíferas y las carñiolas poco resistentes y descompuestas que la siguen. Estas últimas rocas representan el horizonte superior del trías Keuperiano.

Sobre estas carñiolas amarillas ó blanquecinas reposa en discordancia y buzando primero fuertemente hacia el N. la base del ¿garunense lacustre? que empieza por hiladas brechíferas alternantes con otras areniscas rojizas y como concrecionadas. Las brechas se han formado á expensas de las calizas del trias, y se encuentra en estas capas el *Bulimus Gerundensis*, Vídal, que tanto se asemeja al *Bulimus Hopei*, Serres.

Vía adelante desaparecen las brechas y las sustituye una arenisca roja más clara que la del trías con lechos de guijarros casi todos calizos, al mismo tiempo que el buzamiento hacia el N. disminuye rápidamente.

Estas areniscas rojas continúan hasta la estación de Monistrol, ó sea en una banda de 10 quilómetros de ancho y que longitudinalmente atraviesa toda la provincia, apoyándose en discordancia sobre las hiladas con *Bulimus Gerundensis*, teniendo escaso buzamiento hacia el N., que poco á poco pierden para quedar horizontales. Conservan siempre igual disposición y la misma composición, y no encierran, por lo menos en lo que nosotros conocemos, más que algunos vaciados de *Fucoides* (?) indeterminables.

Saliendo de la estación de Olesa, camino de la Puda, se descubre un depósito torrencial de escasa importancia, adosado contra las pizarras paleozóicas de la estación que asoman perfectamente en el barranco de San Jaume, cruzado por el ferrocarril, y siguen en un trayecto de cerca de 5 quilómetros, donde se ven los pliegues y cambios de buzamiento de las mismas pizarras, ocultas en algunos sitios, bien por el *siciliense* torrencial, bien por el cuaternario, que en esta región constituye á modo de un manto general que oculta las formaciones más antiguas.

Un poco antes de llegar á la casilla de peones camineros se encuentra el *pontiense* continental, que ocupa, como ya hemos dicho, casi toda la extensión del Vallés y del Panadés, y está constituído por hiladas arcillosas y arenosas intercaladas en bancos de guijarros, más

ó menos fuertemente cimentados, y buzando en general hacia la llanura, como se observa en las trincheras hechas para dar paso á la carretera. Este depósito se extiende hasta más allá de la población de Olesa, asentada sobre él.

Al salir del pueblo se puede apreciar el enorme espesor del *pontiense,* sobre el cual está construída la villa de Esparraguera á lo largo de la orilla izquierda del Llobregat, y después de cruzar un asomo cuaternario que cubre las pizarras paleozóicas cortadas por el río, quedan éstas al descubierto poco más arriba, siempre muy plegadas, resquebrajadas con textura diabásica ó arenosa y atravesadas por muchos filoncillos de cuarzo blanco, y á veces de brecha tobácea. Cada vez más hojosas y plegadas en todos sentidos, hasta que más allá de la Casa Blanca los pliegues simulan cuerpos cilíndricos, y muy cerca del establecimiento, casi en contacto con las pudingas del trias, están atravesadas por filones de pórfido cuarcífero con magnetita que actúa claramente sobre la aguja imantada.

En el fondo del barranco de San Salvador, que pasa por el pie del establecimiento de los baños de la Puda para afluir al Llobregat, se ven muy inclinados los bancos de pudinga cuarzosa de la base del trías, y éstos forman parte de la banda que asoma en la estación de Olesa y que limita la masa pizarreña.

El establecimiento de los baños está edificado en la orilla del río, y en sus sótanos pueden verse los manantiales sulfurosos que brotan, ó de las calizas superiores del trías, ó de entre las calizas y las margas yesíferas que se apoyan sobre aquéllas.

Estos manantiales son muy sulfurosos, como lo indica el fuerte olor de ácido sulfhídrico que se percibe en todo el establecimiento y sus alrededores, y hay tres fuentes que dan un gasto total de 636 litros por segundo: datando su aparición, según se asegura, de la fecha del temblor de tierra de Lisboa en 1775.

He aquí la composición de un litro de agua según el análisis hecho por el profesor Monner:

Gases	Nitrógeno	21'35	cent. cúb.
	Acido carbónico libre	122'58	— —
Principios fijos.	Sulfuro sódico	0'043	gramos.
	Silicato sódico	0'041	—
	Cloruro magnésico	0'052	—
	Suma y sigue	0'136	—

	Suma anterior	0'136	gramos.
Principios fijos.	Cloruro cálcico	0'346	—
	Cloruro sódico	1'023	—
	Sulfato cálcico	1'100	—
	Sulfato sódico	0'435	—
	Bicarbonato cálcico	0'210	—
	Bicarbonato magnésico	0'055	—
	Alúmina	0'011	—
	Oxido férrico	0'004	—
	Materias orgánicas nitrogenadas	0'026	—
	Indicios de bromuros, ioduros y ácido bórico	»	—
	Total	2'326	gramos.

Es el agua mineral más rica en sulfuro sódico que se conoce después de la de Bagnères de Luchon.

En los baños, la pudinga de la base del trías, poco desarrollada, descansa, como en la estación de Olesa, sobre las pizarras silurianas que aquí son más finas y sin filones de cuarzo, y las calizas del Muschelkalk no existen, aunque poco más arriba se observan algunos isleos de poca extensión.

Cruzando el río por el puente del establecimiento á la izquierda se ven grandes masas de calizas travertínicas y pudingas del *pontiense* que constituyen en este sitio el acantilado del río con más de 50 metros de alto, y estas rocas, algo fosilíferas, descansan parcialmente sobre las formaciones triásicas invertidas que asoman en el lecho del río.

En el trayecto de un quilómetro que hay desde la Puda á la masía del Cairat, siguiendo la orilla derecha del Llobregat, se pueden observar las grandes dislocaciones de las capas; pero se necesita algún tiempo para estudiar la sucesión de las diversas hiladas que aparecen en este desfiladero del río, siendo difícil, ó quizá imposible, desembrollar la estratigrafía sin recorrer toda la vertiente desde el río hasta el camino de Esparraguera, desde donde se distingue claramente la disposición de las capas triásicas; así como cruzando el puente y volviendo á la orilla izquierda del río puede darse cuenta de la relación anormal de las capas del pretendido garunense con las del mismo trías.

Según el Sr. Carez, «las capas rojas que se observan cerca del puente son garunenses, y una falla ha hecho caer al Muschelkalk, ó mejor el Keuper, sobre el garunense.»

Siguiendo el camino de la Puda al Cairat se atraviesa la serie siguiente (fig. 5):

1.° Calizas triásicas (5) con fuerte buzamiento al NO. y con *Fucoides*, sobre las que se apoya el puente.

2.° Capas rojas (6), arcillosas, de textura granuda y con nódulos margosos blancos, á veces bastante abundantes para que los bancos tomen color amarillento, que alterna con el de otros rojos que son los predominantes. Estas capas parecen terciarias y franquean el río asomando en la orilla opuesta en idéntica disposición, buzando de 15 á 20° hacia el N. y quedando cubiertas en parte por las calizas triásicas con *Fucoides* caidas sobre ellas, como resultado del pliegue anticlinal abierto (*y*).

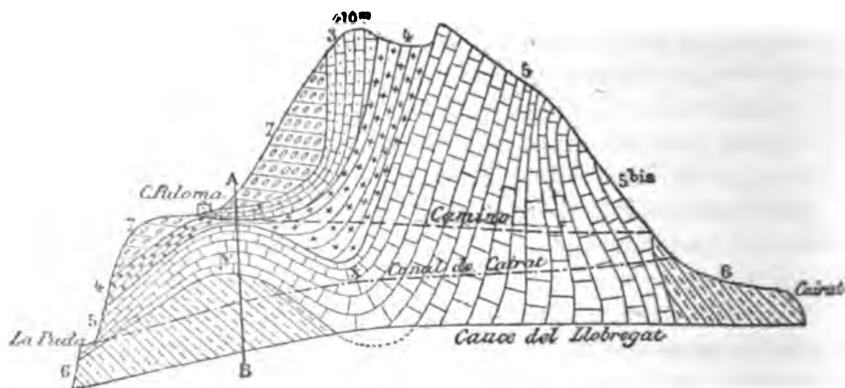


Fig. 5.—Disposición de las capas en el cauce del río Llobregat entre la Puda y el Cairat.

Escala: longitudes, 1 : 10000; alturas libres.

3, calizas del Muschelkalk; 4, arenisca arcillosa, roja, yesífera del Keuper; 5, bancos calizos con *Fucoides*; 5 bis, calizas dolomíticas; 6, capas arcillosas eocenas; 7, *pontiense* continental; *y*, anticlinal; *x*, sinclinal.

3.° Las calizas con *Fucoides* (5) vuelven á aparecer, así como las margas calizas con restos de vegetales que buzan fuertemente hacia el S. y que forman el otro lado del anticlinal para producir después un sinclinal (*x*), levantándose y originando sobre la falda de la montaña un saliente que sube desde el lecho del río hasta la cima de la montaña que domina la orilla derecha.

4.° Después viene una serie de calizas compactas y de calizas

margosas (5) en lechos de estratificación irregular, y algunas veces débil é irregularmente plegadas como si hubiesen sufrido fuertes compresiones laterales.

5.° Calizas margosas (5 bis) en bancos bastante irregulares y algo plegados que buzan 70° hacia el N.

6.° Capas arcillosas (6) de textura granuda y brechas, con *Bulimus Gerundensis*, Vidal, poco discordantes con las capas anteriores. Pertenecen á la base del eoceno.

En el lecho del río se encuentra la misma serie: calizas con *Fucoides* triásicas, capas rojizas arcillosas, calizas triásicas y rocas del eoceno.

A causa del codo del río, en tanto que las capas que afloran cerca del puente se presentan cortadas normalmente, las que se encuentran más arriba se han derrubiado por la corriente según los planos de estratificación, y así se explica que haya en el valle una cresta de caliza triásica por debajo de la cual pasa el agua. Además se observa en este punto que las capas calizas que atraviesan el río suben poco por la vertiente opuesta y quedan cubiertas por los bancos arcillosos y pudinguiformes del eoceno; pero á nivel algo más elevado, en el camino de Esparraguera á Monistrol, que corre á unos 90 metros por encima del cauce del Llobregat, se observa la serie de capas siguiente:

1.° Depósito arcillo-arenoso ó travertino en aluviones con abundantes elementos rodados (7). Es el *pontiense* que cubre las pizarras paleozóicas.

2.° Caliza compacta y dolomítica (3) en bancos de más de $1^m,50$ de espesor, ó en capas más delgadas (Muschelkalk), que buzan primero al S. y después al N. Este horizonte, como hemos dicho antes, no existe al nivel de la vaguada del Llobregat, desde donde la caliza sube hasta una altura de 410 metros y continúa al O. hasta las inmediaciones de Collbató, estando en contacto, á consecuencia de una falla, con el paleozóico, y encierra restos de *Gyroporelles*, y en la parte superior nódulos silíceos.

3.° Arcillas areníferas rojas (4) con lastrones de caliza margosa y de yeso, todo concordante con las calizas anteriores (potencia, 40 metros).

4.° Calizas compactas con *Fucoides* (5) en lechos de poco espesor, con estratificación regular, haciendo un lomo en el acantilado y un crestón en la cima. Están muy levantadas y aun invertidas hacia

el N., por donde sigue una serie de capas calizas irregularmente estratificadas (60 metros).

5.º Capas calizas (5 bis) poco plegadas y buzando siempre hacia el N. (55 á 60º). La hilada 3, y quizás las 4 y 5, deben corresponder al Keuper.

6.º Arcillas nodulosas primero y después brechiformes (eoceno 6), que buzan fuertemente hacia el N., aunque se presentan casi concordantes con las últimas capas calizas (5 bis).

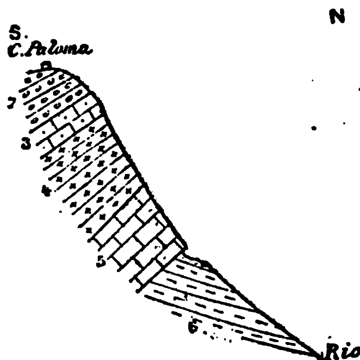


Fig. 6.—Corte de la vertiente derecha al río Llobregat, según la línea *AB* de la figura anterior.

Longitud, 180 metros; altura, 100 metros.

3, caliza del Muschelkalk; 4, areniscas arcillosas yesíferas; 5, calizas con *Fucoides*; 6, bancos arcillosos del eoceno; 7, pontiense.

Las relaciones anormales que muestra este corte, ya de las areniscas arcillosas yesíferas con las calizas del Muschelkalk que se apoya en ellas, ya de la caliza de *Fucoides* que aparece como inferior, prueban claramente la inversión de las capas en este paraje, y la posición del eoceno con relación al trías lo confirma. Se trata, pues, de un gran accidente estratigráfico originado probablemente por una falla con que se puso primeramente el eoceno en contacto anormal con el trías, según se observa cerca de la estación de Olesa, y después se ha verificado la inversión de las capas triásicas al propio tiempo empujadas del lado del paleozóico, con lo que ha quedado cabalgando el Keuper sobre el eoceno.

Por estos datos resulta que las arcillas yesíferas (4) que afloran cerca del establecimiento, apoyándose en la caliza de *Fucoides* (5), no son las mismas que afloran en la orilla derecha encima de Esparraguera, pues se opone á ello el anticlinal calizo intermedio y que nunca ha estado cubierto por aquellas rocas.

El Muschelkalk y la arenisca abigarrada parecen haber desaparecido con el laminado de la masa en el intervalo que separa aquí las dos orillas del Llobregat.

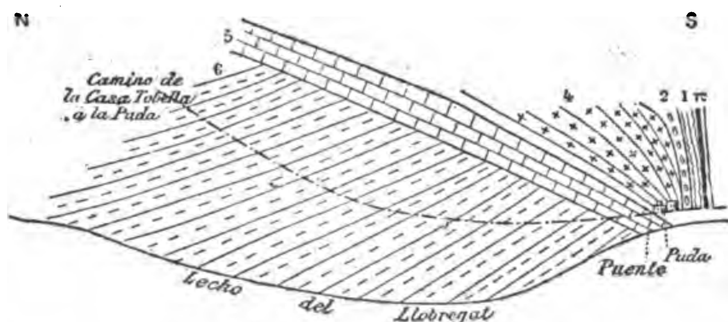


Fig. 7.—Corte de la vertiente izquierda al Llobregat en la Puda.

Longitud, 300 metros.

π, pórfido; 1, pizarras paleozóicas (devoniano?); 2, pudinga de la base del trias; 4, arenisca arcillosa roja yesífera; 5, bancos invertidos de caliza con *Fucoides*; 6, capas arcillosas con guijarros del eoceno.

La arcilla con yeso y la caliza con *Fucoides* han sido también estiradas y laminadas al mismo tiempo que caían y se plegaban sobre el eoceno, y á este accidente dinámico ha de atribuirse el distinto espesor á uno y otro lado del centro del hundimiento.

Sobre la orilla izquierda se ve claramente la inversión de las capas y la posición de la caliza de *Fucoides* sobre el garunense; y á 10 metros al N. del establecimiento la caliza triásica sobre la cual descansa el puente es superior á los depósitos del eoceno, constituídos por arcillas bastas, rojizas, alternando con otras arcillas psamíticas, con cantos calizos la mayor parte. Sobre la caliza reposa la arcilla arenífera con yeso. A este fenómeno dinámico debe atribuirse la enorme presión ejercida sobre una parte de las capas calizas levantán-

dolas y plegándolas, así como el hundimiento que ha aprovechado el Llobregat para hacer pasar sus aguas.

Siguiendo la orilla derecha del río, antes de llegar á la cascada denominada el Cairat, hemos encontrado, después de la caliza del Keuper, capas arcillosas brechíferas muy levantadas, de la base del eoceno, con *Bulimus Gerundensis*, Vidal; más adelante se ponen verticales y después buzan al NO. Corresponden estas capas á las que hemos visto ya en la estación de Olesa en contacto con el trías. Más allá, sobre las arcillas, descansa en discordancia una serie de capas rojas, arcillosas, abigarradas, psamíticas, con lechos de guijarros; buzan ligeramente hacia el N. y van á ocultarse bajo las pudingas de Montserrat que se apoyan sobre ellas en concordancia de estratificación.

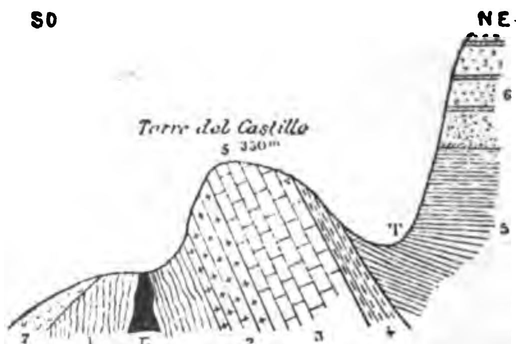


Fig. 8.—Corte tomado entre Collbató y Montserrat.

Longitud, 2500 metros.

1, pizarras paleozóicas; 2, arenisca roja yesífera; 3, caliza de *Fucoides* en lechos (nivel con *Natica gregaria*); 4, capas arcillosas eocenas?; 6, Pudinga del Montserrat; 7, aluvión pontiense; *P*, pórfido cuarcífero; *T*, barranco de La Salut.

En el fondo del barranco de La Salut, viniendo del pueblo del Collbató, observamos la correspondencia entre estas capas con las pudingas de la alta montaña de enfrente, y después seguimos por la orilla derecha el desfiladero abierto por el río en las capas eocenas inferiores y medias.

Este desfiladero, de 10 quilómetros de longitud, no atraviesa más que sedimentos fluvio-lacustres, siempre muy regularmente estratificados y de más de 150 metros de espesor. La serie principia por capas rojas lacustres, arcillosas y psamíticas, y continúa por una alternancia de areniscas micáceas y pudingas con ligero buzamiento al N. y sin ninguna intercalación marina hasta el pueblo de Monistrol, edificado al pie de Montserrat. Aquí es donde por vez primera aparecen los depósitos marinos, cuyas capas se acuñan en las fluviolacustres, contrastando desde luego por su color verdoso, que pasa á amarillo por alteración, y, por su composición sabuloso-caliza, con las capas rojizas del eoceno.

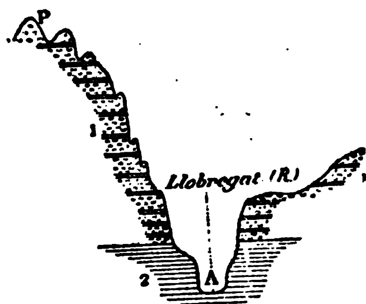


Fig. 9.—Corte transversal del río Llobregat en el Cairat.

Longitud, 145 metros.

P, pico encima de la cueva de la Virgen de Montserrat; *A*, lecho del Llobregat; 1, pudinga (oligoceno?); 2, arenisca roja (eoceno?).

Este depósito marino, cortado por la carretera que desde Monistrol conduce al Monasterio de Montserrat, prosigue franqueando el barranco de las Guilleumas hacia el pueblo, cruza después el Llobregat y se extiende hacia el O., donde presenta un desarrollo más considerable que al pie del Montserrat: alcanza hasta 58 metros de espesor y se observa á 15 metros por encima del nivel del río apoyándose sobre los depósitos fluvio-lacustres, cuyas capas superiores han desaparecido por denudación. Contiene restos carbonosos de plantas monocotiledóneas y una fauna completamente litoral en donde los *numulites* faltan por completo. Allí se encuentran:

Rostellaria cf. *multiplicata*, Bellardi.
Conus vois del *turritus*, Lamk.
Cypræa elegans, Def.
— cf. *sulcosa*, Lamk.
— *Natica patula*, Desh.
— sp.
Pecten plebeius, Lamk. V. elliptica.
— sp.
— sp.
Spondylus, sp.
Pectunculus, sp.
Modiola, sp.
Cytheræa vois *lævigata*, Lamk.
— *nitidula*, Lamk.
Lucina scalaris, Def.
— *concentrica*, Lamk.
— *callosa*, Desh.
Tellina sinuata, Lamk.
— *tenuistria*, Desh.?
— *donacialis*, Lamk., var.
Corbula cf. *Gallica*, Lamk.
Arcopagia, sp.

Estas son las capas del eoceno marino que ocupan nivel más inferior estratigráficamente considerado; en la falda NE. del Montserrat se observa un afloramiento que penetra en cuña por entre las capas de areniscas y pudingas fluvio-lacustres que componen la montaña (1).

La misma disposición estratigráfica se observa, según el Sr. Bofill, en la vertiente N. de la montaña de San Llorens del Munt, que viene á continuación, y se halla formada por los mismos conglomerados que el Montserrat.

En el trayecto desde Monistrol hasta la estación del ferrocarril de cremallera que sube á Montserrat, se cortan siempre capas arenosas con pequeños guijarros rodados que buzan ligeramente al N. En la

(1) Los Sres. Maureta y Thós (op. cit.) han estudiado detalladamente la constitución geognóstica de esta montaña, notando ya la relación entre las capas marinas y las fluvio-lacustres.

trinchera del ferrocarril inmediata á la estación, se ve otro nivel superior formado por calizas con *Potamidos, Cerithes, Melanias, Cyrenas;* fauna salobre que anuncia el tránsito del régimen marino al fluvio-lacustre, durante el cual se depositaron las arcillas, areniscas y pudingas que separan el primer depósito marino de otro situado á nivel más alto. La línea férrea toca á las capas de este primer depósito; gira después al E. siguiendo por las capas inferiores; pero la carretera corta los tres niveles marinos que afloran en la vertiente N.NE. de la montaña.

En este manchón salobre se encuentra:

Pyrula condita, Brgt.
— *tricostata*, Desh.
Cerithium gr. *submargaritaceum*.
— sp.
Potamides, sp.
Melania cf. *Alpina*, May.
Bulla parisiensis, d'Orb.
Vulsella falcata, Gold.
Modiola, sp.
Arca, sp.
Leda, sp.
Nucula, sp.
Cardium granulosum, Lamk.
— *Obliquum*, Lamk.
— *Bonelli*, Bellardi.
— sp.
Pholadomya margaritacea, d'Orb.
— sp.
Lucina, sp.
Cyrena antiqua, Ferussac.
— cf. *cuneiformis*, Ferussac.
Venus, sp.
Tellina, sp.
Solen rimosus, Bellardi.
Panopæa, sp.
Teredo, sp.
Asterias cf. *Desmoulinsi*, d'Arch.

Se sube á la montaña, á través de las capas fluvio-lacustres; á 2500 quilómetros de la estación, en la confluencia de los barrancos de Tortugué y de Fideue, aparece la segunda zona marina fosilífera que corresponde al luteciense medio, bien caracterizado por ciertas especies de *Nummulites* y otros fósiles del mismo nivel. Estos son:

Natica, sp.
Velates Schmideliana, Chemnitz, c. (Menos frecuente que en el nivel precedente.)
Cerithium gr. *giganteum*, Lamk., c.
Ostrea Multicostata, Desh.
— *uncifera*, Leym.
Pecten, sp.
Eschara cf. *subchartaica*, d'Arch.
Retepora, sp.
Echinolampas cfr. *Archiaci*.
— *Vidali*, Cott.
Operculina granulosa, Leym.
Nummulites perforata, d'Orb.
— *striata*, d'Orb.
— *Lucasana*, Defrance.
— *lævigata*, Lamk.

Este horizonte estratigráfico se halla representado por lechos de arcilla que se deshace en fragmentos bajo la influencia de la atmósfera, y por bancos de caliza blanquecina ó gris, areniscas con guijarrillos de caliza, de lydia, de areniscas, etc. Estas últimas capas contienen abundancia de *Nummulites* y otras especies fósiles.

El espesor en conjunto de las capas marinas pasa de 60 metros.

Por encima de este nivel se observan las tres hiladas siguientes, que se distinguen muy bien en las escarpas de la ladera inmediata que corresponde á la colina de la masía de la Calsina:

1.° Una faja de arcilla arenosa rojiza en lechos delgados que concuerdan con las capas inferiores sin fósiles que forman la parte media de la ladera. Su espesor es de 40 metros.

2.° Sobre la arcilla descansa una caliza cuarcífera blanco-amarillenta que alterna con capas margo-sabulosas con guijos. Pasa por bajo de la ermita de Santa Cecilia y penetra en cuña en la masa fluvio-lacustre sobre de la vía férrea que pasa por la masía de la

Creu. Este horizonte es muy fosilífero, y abundan en él los equinidos. Sus especies principales son las siguientes:

Natica, sp.
Velates Schmideliana, Chemnitz.
Ostrea multicostata, Desh.
Pecten corneus, Sow.
Spondylus Roualti, Desh.
Chamulate costata, Lamk., var. *minor*.
Phalacrocydaris Gautieri, Lambert, in litt. nov. sp.
Leiocidaris itala, Laube.
— *Bofilli*, Lambert, in litt. nov. sp.
Echinopedina granulosa, Lambert, in litt. nov. sp.
Coptosoma cribrum, Agassiz.
— *Pellati*, Cotteau.
Psammechinus Hispaniæ, Lambert, in litt. nov. sp.
Cœlopleuros coronalis, Kleim.
Ditremaster (¿?) indet.
Schizaster rimosus, Agassiz?
— *Vidali*, Lambert, in litt. nov. sp.
Montserratensis, Lambert, in litt. nov. sp.
Brissoides Almeræ, Lambert, in litt. nov. sp.
Sarsella Lorioli, Lamb., in litt. nov. sp.
Operculina granulosa, Leym.?
Nummulites Biarritzensis, d'Arch.
— *Lucasana*, Defr.
— *lævigata*, Lamk.
— *striata*, d'Orb.

3.° Depósito arcillo-sabuloso rojizo que forma la cumbre de la colina la Calcina.

En la subida al Montserrat por el ferrocarril de cremallera puede ya formarse idea de la constitución de la montaña, puesto que la vía, en su primera mitad, corta las capas perpendicularmente al sentido de la estratificación; después, á 377 metros por cima del nivel del Llobregat, gira al E. y se cortan las capas oblicuamente.

He aquí ahora el corte de la montaña desde el cauce del Llobregat: comprende 1082 metros de altitud, correspondiendo 586 desde el Llobregat al nivel del Monasterio, y 496 desde el Monasterio

á la cima. La primera mitad del corte sigue á lo largo la trinchera del ferrocarril que va por la vertiente NE. del barranco de las Guilleumas.

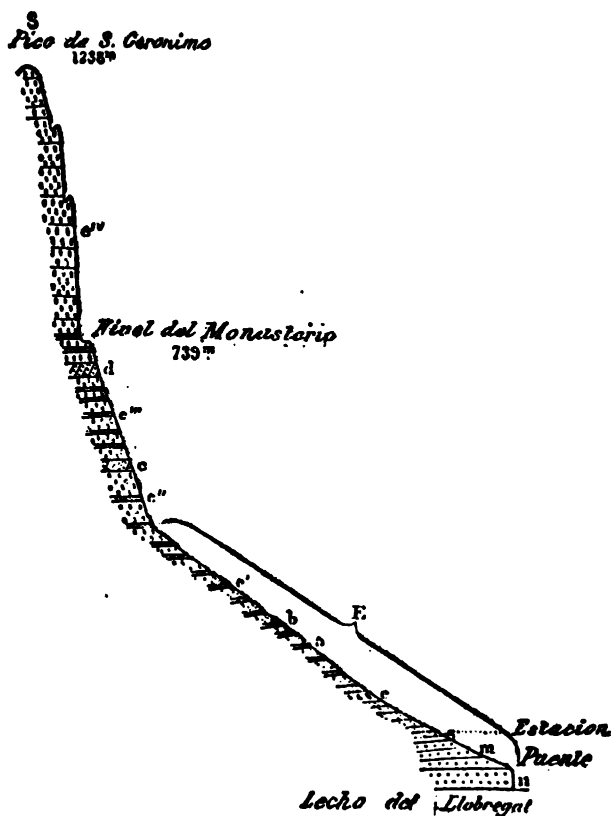


Fig. 10.—Corte de Monistrol á San Jerónimo.

Longitud, 500 metros; altura, 1082 metros.

E, sección inferior de la vía de cremallera; *n*, capas rojas lacustres; *m*, hilada marina y salobre inferior; *b*, hilada con anélidos; *c*, hilada marina media; *d*, hilada marina superior; *e*, *e'*, *e''*, *e'''*, *e*IV, hiladas fluvio-lacustres.

	Metros.
1.°—Areniscas rojas arcillosas, algunas veces abigarradas, que constituyen la base de la montaña, bien estratificadas. Se las atraviesa desde la Puda á Monistrol. El espesor total es desconocido; la parte visible aquí es de..................................	38
2.°—Bancos de caliza arenosa dura, azulada, de origen marino, con nódulos margosos amarillentos que contienen restos carbonosos de vegetales monocotiledóneos, fauna litoral que se hace salobre en la parte superior (*m*). Espesor...........................	32
3.°—Lechos de arcilla en número de 13, con vetillas de yeso y vaciados de *Fucoides;* margas grumosas verdes, rojizas y de color de heces de vino, moteadas, que alternan con bancos de pudingas poligénicas de elementos pequeños en general y poco cimentados. El espesor de los lechos de arcilla y bancos de pudingas varía entre $0^{m},75$ y 4 metros (*e*). Espesor.........	153
4.°—Banco de arenisca blanda gris, con vaciados de anélidos (*b*)..................................	3
5.°—Nuevas arcillas rojizas, moteadas y grumosas, sin yeso, con bancos de pudingas alternantes, cuyos elementos son más gruesos y más fuertemente cimentados; el espesor es mucho mayor que el de las hiladas arcillosas (*e'*, *e''*).............................	174
6.°—Hilada marina media de areniscas grises y azuladas, con tallos pequeños y con *Nummulites perforata*, *N. striata*, etc. (*c*).........................	26
7.°—Alternancia irregular de pudingas bien cimentadas y de lechos delgados de arcilla roja (*e'''*)..............	110
8.°—Hilada marina media de arenisca calífera azulada y de caliza con *Nummulites Biatrizensis*, *Natica*, etc. (*d*).	40
9.°—Alternancia de capas rojas, arcilla dura, basta, con pudingas poligénicas que predominan á medida que se aproximan al pico de San Jerónimo (e^{IV}). Espesor..	526
Espesor total.....................	1082

Como es de suponer, podrían distinguirse muchas más hiladas de capas en la falda de esta montaña, porque las alternancias de areniscas, de calizas, de arcillas y de pudingas se renuevan gran número de veces, y yo no he hecho más que agrupar las diferentes zonas de la manera que me ha parecido más racional. El señor Carez (1) ha hecho la misma observación relativa al corte de la montaña.

Antes de llegar al Monasterio se nota la preponderancia de la pudinga con cimento consistente, sobre la que se asienta el Monasterio. Presenta en general la roca un tinte agrisado, rojizo en la base; sus elementos están muy rodados, algunos alcanzan hasta $0^{m},45$ de diámetro; pero la mayor parte no pasan de $0^{m},10$. Están fuertemente aglutinados por una especie de arenisca grosera, mezclada á veces con caliza, que presenta gran resistencia. La mayor parte de los terrenos están representados en los elementos de esta pudinga; pero dominan las calizas compactas cretáceas y triásicas, acompañadas de cuarzos negros y blancos, de pizarras paleozóicas, de granitos, de pórfidos, etc.

Gracias á la extremada dureza de esta masa de conglomerados y á su desigual resistencia á la denudación por los agentes atmosféricos, se han formado en la cima de la montaña multitud de torres gigantescas terminadas por agudos picachos que le dan especial apariencia.

Vista de lejos, lo mismo por la parte de Manresa (Norte), que por la del Panadés (Sur), su silueta se asemeja á una sierra, de donde le ha venido el nombre de Montserrat (*Mons serratus*). Está aislada entre los dos ríos, Noya al S. y Llobregat al N.; su dirección es casi la E.-O.; se extiende en unos 15 quilómetros de longitud, tiene 5 quilómetros de ancho en su extremidad oriental (barranco de la Salut) y 100 metros apenas en su extremidad occidental (collada de Casa Masanna). Su altitud máxima es de 1258 metros.

La falda N., que es la más escarpada, presenta una serie de gradas cortadas por pequeños barrancos; la carretera las franquea en zig-zag, mientras que el ferrocarril las corta á todas salvo la última, que la atraviesa por un túnel. Hacia el E. y el NO. la masa de pudinga disminuye de espesor, comienzan á intercalarse areniscas rojas, después desaparece completamente el conglomerado, reempla-

(1) Carez, ob. cit., pág. 168.

zándole areniscas y maciños con algunos cantos rodados, como veremos más adelante en el itinerario de Manresa á Calaf.

Casi toda la parte superior de la montaña está llena de quiebras y sembrada de pequeñas simas, y en la parte inferior, donde dominan las arcillas, existen cavernas que sirven de receptáculo á las aguas pluviales que surgen con violencia en las laderas de la montaña (sobre todo en la vertiente oriental) por agujeros llamados en el país «mentirosas.» Estas aguas agrandan de día en día las cavernas con su acción denudadora y ahuecan el interior de la montaña, destinada á hundirse cuando el apoyo inferior falte á las masas superiores de pudinga.

Inútil es decir que el panorama que se divisa desde lo alto del Montserrat es soberbio. Por el N., las colinas de Berga; más allá, en el horizonte, los Pirineos cubiertos de nieve; al E. San Llorens del Munt, más lejos el Montseny; por el S. la llanura del Vallés, más allá la sierra del Tibidabo y en el horizonte las Islas Baleares; al O. la hermosa llanura del Panadés con las montañas de Prades y la mesa de la Segarra, en segundo término, y en el horizonte las montañas de Aragón.

¿De dónde procede tan enorme masa de cantos? Pregunta es ésta que se hacen cuantos visitan la montaña. En la Monografía que publiqué en 1880 (1) está la contestación en la siguiente forma: «Los terrenos infracretáceos del macizo de Begas se extendían por toda la comarca del Panadés hasta las montañas de la cordillera central, cubriendo el terreno triásico. Recientemente he encontrado, *in situ*, un isleo de caliza cretácea sobre el borde septentrional del Panadés, muy cerca de San Quintín de Mediona y apoyado sobre el triásico, lo que confirma mi opinión. El triásico del macizo litoral cubría de la misma manera la superficie del Panadés y la región baja de la cuenca del Vallés por encima de las formaciones paleozóicas. Estas tres formaciones constituían una ancha y alta sierra que limitaba por la orilla N. el mar eoceno. Esta sierra se halla representada hoy día por las paleozóicas litoral y media, en las cuales subsisten todavía isleos de formaciones secundarias. En efecto: á la gran masa triásica que ha quedado en la mesa de Begas, en la vertiente litoral, es necesario añadir otros dos isleos, el uno muy pequeño, en la capilla de Nuestra Señora del Coll (Horta), compuesto de conglomera-

(1) *Estudis Geologichs*, etc. (Del periódico *La Veu del Montserrat.*)

dos y de arenisca roja; el otro, al E., casi á la orilla del mar, muy dislocado, se extiende desde Badalona á Montgat; las tres formaciones están allí representadas, y el trías descansa en parte sobre las pizarras y calizas paleozóicas y en parte sobre el granito. Es natural que los conglomerados del Montserrat se formasen á expensas de rocas inmediatas; encuéntranse en ellos cantos de granito, de pórfido, de cuarzo, pizarra, calizas del Muschelkalk, areniscas rojas y calizas urgonianas con *Natheronia*. Son precisamente las rocas que entraban en la constitución de la cordillera que limitaba el mar nummulítico; mar que se extendía desde Navarra hasta más allá de los Pirineos, y después, pasando por Niza y Egipto, iba hasta la India y aun hasta América.»

Ya he indicado en la explicación de mi última hoja del Mapa geológico de la provincia de Barcelona, que las pudingas de la sierra del Montserrat se extendían hasta la litoral, á través del Panadés y del Vallés, como lo prueban ciertos isleos de pudingas idénticas á las de Montserrat, que han quedado como testigos de la antigua extensión de este depósito; uno de ellos subsiste en las montañas triásicas de Gélida y de Corbera, en la parte N. de la sierra litoral, otro se ve en San Andrés de la Barca, otro al S. del Rubí y el cuarto al S. de San Cugat del Vallés. Los otros tres están en la base de la ladera septentrional de dicha sierra. En estos conglomerados se encuentran cantos rodados correspondientes al nummulítico inferior, ya á las calizas con alveolinas de la base.

Las capas marinas que penetran en cuña en los conglomerados demuestran que durante el depósito de éstos, cuya duración ha debido ser muy larga atendiendo á su enorme espesor, debieron de manifestarse ciertos movimientos orogénicos más ó menos acentuados. La topografía en esta época debía ser muy diferente de la actual; las corrientes de agua irían del S. al N. á verter en el mar nummulítico arrastrando brechas y otros restos arrancados del continente. Formáronse primero los cordones litorales; después los elementos menos gruesos, rodados y redondeados, fueron á depositarse más lejos en el fondo del mar, según su tamaño y su densidad.

Tal es mi opinión, que se confirma atendiendo á la enorme potencia del conglomerado en la vertiente SO. de la montaña, donde excede de 1000 metros, y á su disminución progresiva hacia el NO. hasta ser reemplazada la pudinga por capas marinas arcillo-sabulosas.

Este gran depósito de cantos rodados, además de los de la grau-

vaca del Culm, se extendía durante el eoceno y el oligoceno entre la cordillera litoral actual y la del Montserrat, y más tarde fué el que suministró por denudación la mayor parte de los cantos poligénicos de que está lleno el *pontiense* continental y fluvio-lacustre del Vallés y del Panadés.

Para explicar cómo se denudó este conglomerado diremos algo relativo á la tectónica de la región. La cordillera central de nuestra provincia, paralela á la litoral, entre las que se extienden el Vallés y el Panadés, presenta actualmente por el SE. un contrafuerte dirigido NE.-SO. de más de 80 quilómetros de largo. Salvado este contrafuerte se desciende al interior de Cataluña en suave pendiente hasta las mesas de Urgel, de Segarra, Plá de Bajés y Plana de Vich, mientras que por la parte del Vallés y del Panadés la pendiente es abrupta y escarpada. El contrafuerte en cuestión, que se denomina Montseny (1700 metros) por su extremidad NE. y montes de Fontrubi, Foix, Montmell (700 metros) por el SO., marca el límite NE.-SO. de las comarcas del Vallés y del Panadés, y en su centro se encuentra el macizo de Olesa-Montserrat.

Este contrafuerte se debe á una gran falla que además produjo la desaparición de la antigua y elevada sierra litoral, cordillera importante de que, como ha dicho M. G. Dollfus, «veinte veces derrubiada hasta nivelarse, otras tantas levantada en trozos hasta el mismo sitio, y defendiéndose contra nuevas denudaciones.»

Porque, en efecto: por la rotura de la bóveda constituída por el paleozóico, el secundario y el terciario, y á consecuencia del hundimiento premioceno de la región central de esta amplia y alta sierra, convertida más tarde en las cuencas del Vallés y Panadés, desapareció su primitiva masa, no quedando más que su borde litoral é interior al descubierto. Según esta hipótesis, no hay duda de que el subsuelo de estas cuencas debe estar constituído en la base por el granito, sobre el que se apoyarán sucesivamente las pizarras paleozóicas y el trias, cubierto á su vez por el eoceno superior hacia el NE. y por el infracretáceo al SO. del Panadés.

EDAD DE LAS CAPAS DEL MONTSERRAT.—Las numerosas especies del género *Nummulites* que contienen las capas marinas del Montserrat, permiten fijar exactamente su nivel en la escala estratigráfica. En efecto: como dice F. Bernard (1), «la constancia de las formas de este

(1) F. Bernard, *Paléontologie*, págs. 99 y 100.

género al mismo nivel y la regularidad de sucesión de las especies características han suministrado á la estratigrafía uno de sus más preciosos resultados. Ha demostrado que existió un mar que formaba una faja completa alrededor del globo. Este Mediterráneo universal comprendía el Mediterráneo actual, rebasando en mucha extensión sus orillas N. y S. en España, en Marruecos, en Grecia, en Egipto y en Armenia; por el Afghanistan alcanzaba la India, Borneo, la Indo-China, y atravesaba, por último, el continente americano. Pero lo más interesante es que la misma especie caracteriza siempre el mismo nivel en regiones extremadamente extensas.»

La presencia de este género en las capas centrales del Montserrat prueba claramente que pertenecen al eoceno medio. Por consiguiente, las capas inferiores lacustres rojizas sin fósiles, que se encuentran en el trayecto de Cairat á Monistrol, pertenecen á un nivel inferior, mientras que el abundante depósito de pudingas que está encima de las hiladas del numulítico debe referirse á un nivel superior.

Creemos que puede atribuirse la hilada salobre más baja que se descubre al nivel de Monistrol al *luteciense* inferior de facies numulítica, puesto que corresponde, sin ninguna duda, al horizonte con *alveolinas* muy desarrollado al otro lado del Montserrat, á corta distancia de Capellades. Constituyen allí las capas con *alveolinas* un nivel marino por el que comienza la serie numulítica, y sobre ellas descansan unas arcillas rojas que son continuación de las que se observan en la base oriental de la montaña.

Las capas centrales con *Nummulites perforata*, *N. Lucasana* y grandes *Cerithium* del grupo *C. giganteum*, corresponden, sin duda alguna, al *luteciense* medio con la misma facies, y el nivel marino más alto con *Nummulites Biarritzensis*, *Brissoides Almeræ*, Lambert, *in litt.*, denominado hasta ahora *Eupatagus ornatus*, Agass., *Schizaster rimosus?*, debe referirse al *luteciense* superior, ó quizá al eoceno superior. En cuanto al nivel más alto del eoceno que en Igualada y en el llano de Vich está representado por margas azules con *Serpula spirulea* superpuestas al luteciense, no se encuentra en la comarca de que estamos tratando.

Respecto á las capas lacustres rojas de la base, que aparecen en la extremidad SE. de la montaña casi en concordancia con el conglomerado, creemos más acertado atribuirlas al eoceno inferior que al garunense, así como las hiladas inferiores brechíferas con *Bulimus*

Gerundensis, á las que son del todo discordantes. Desgraciadamente, la falta de restos orgánicos en estos lechos, á no ser los *Fucoides*, deja sin resolver la cuestión, quedando la duda consiguiente sobre la edad de este conjunto de capas tan importante por su potencia y su extensión.

Por lo que se refiere á los conglomerados que constituyen las capas más altas de la montaña, cuyos elementos, van siendo menores á medida que se marcha hacia el N., hasta pasar á areniscas más ó menos guijosas y á la arcilla roja, es probable que representen en Montserrat el oligoceno inferior del nivel con *Ancodus Aymardi*, al que corresponden los lignitos de los alrededores de Calaf.

J. Almera.

Septiembre de 1898.

La precedente nota del P. Almera motivó las observaciones siguientes:

«M. Depéret observa que en Montjuich se presenta, no solamente el Tortoniense con la fauna de Cabrières, sino también el Helvético con *Turritella turris* de la Touraine.

M. Dollfus llama la atención acerca de la gran cantera de molasa de Montjuich, en la que en unos 20 metros de altura se observan fracturas verticales, rectas y prismáticas; atribuye esta fragmentación á un fenómeno de contracción análogo al de la formación de los prismas basálticos, y al que presentan las arcillas al desecarse.

M. L. Carez insiste sobre el gran interés del descubrimiento de *Ceratites*, por M. Bofill, en las calizas compactas de la estación de Olesa. Hasta este momento, no sólo en los alrededores de Barcelona, sino también en los Pirineos franceses y españoles, se habían encontrado en los lechos referidos al Trias, en los que los fósiles poco comprobaban. El atribuir estas hiladas al Trias no estaba fundado en su posición estratigráfica, porque era difícil determinarla.

También las discusiones acerca de la edad de los lechos rojos y de las calizas que les acompañan alguna vez, eran frecuentes y poco concluyentes: la comprobación indudable del Muschelkalk en Olesa deberá hacerlas cesar.

M. Carez no cree en la existencia de un segundo nivel de arenis-

ca roja encima de la caliza del Muschelkalk; en su opinión, el fenómeno es consecuencia de una falla.

Supone también que en la Puda los lechos rojos que asoman junto al puente son garumnenses, y que una falla ha invertido al Trías sobre el Garumnense.

M. Depéret dice que la palabra «Garumnense» debe reservarse para el horizonte de capas del Alto Garona con *Cyrena garumnica* y las calizas lacustres que les acompañan. En la región de Monistrol, la serie genuinamente terciaria comienza por las capas rojas con *Bulimus gerundensis*, á las que siguen areniscas, pudingas y psamitas alternantes, sin intercalación marina, que pudieran representar el Terciario inferior hasta el Oligoceno. Cerca de Monistrol se intercalan capas marinas con *Nummulites perforata*, que van adelgazando en su marcha hacia el S. en forma de cuña entre los lechos rojos: al pie de la Montaigne Noire, el Numulítico termina igualmente en cuña en una serie fluvio-lacustre.

M. Dollfus pide á los Sres. Almera y Bofill que utilicen el trazado del ferrocarril de cremallera para hacer un corte geológico completo del Montserrat. Pone de relieve el interés que tiene en conocer separadamente, y con determinaciones exactas, cada una de las faunas marinas que se intercalan á diversos niveles: se tendrían así facilidades para encontrar una escala estratigráfica numulítica completa, que podía dar definitivamente la clave de la sucesión de los numulitos y el sincronismo del Eoceno del Mediodía con el del Norte. Un examen minucioso de estos materiales detríticos puede llevar la prueba de la existencia antigua en la cadena de la costa de lechos completamente desconocidos, destruídos posteriormente por denudación. Preconiza el empleo de grandes cortes de detalle hechos en una escala exacta, y la publicación de los perfiles geológicos de todas las vías férreas.

M. Almera se propone emprender este trabajo cuando disponga del tiempo necesario.

M. Gaudry pregunta de dónde proceden los elementos de las pudingas del Montserrat.

M. Vidal piensa que vienen de los macizos situados entre el Montserrat y el mar, macizos que corresponden á los terrenos primitivos, triásicos y cretáceos.

M. Almera añade que la pudinga del Montserrat se extiende hasta la cadena litoral, como aseveran los depósitos de Gélida y Rubí.

M. Stuart-Menteath pregunta si en estas pudingas tienen los bloques un metro de lado, como presentan en Pau las de Palasson: estos bloques, según M. Martins, han sido acarreados por los hielos.

M. Almera contesta que no se encuentran en las pudingas del Montserrat bloques de estas dimensiones.»

IV

FAJA NUMULÍTICA DEL MACIZO ANTIGUO DE BARCELONA

Y ESTUDIO DE LA FAUNA OLIGOCENA DE CALAF

I

Entre las estribaciones de la vertiente española de los Pirineos y el macizo antiguo del litoral de Cataluña (granito, paleozóico, trias, jurásico y cretáceo inferior), forman los depósitos numulíticos un amplio pliegue geosinclinal, cuyos afloramientos terminan en triángulo hacia el E., en los alrededores de Gerona, mientras que por O. se prolongan cruzando las provincias de Lérida, Zaragoza y Pamplona hasta la región atlántica.

Los geólogos que han estudiado estos terrenos, Vézian [1], De Verneuil [2], Vidal [3], Almera [4] y muy especialmente M. Carez [5], afirman, en absoluto, que no se encuentra el cretáceo superior marino á lo largo de la faja del macizo catalán, y han demostrado que la base de la serie concordante numulítica estaba formada en su totalidad por conglomerados y limos rojos margosos, caracterizados por un *Bulimus* de gran tamaño, el *Amphidromus gerundensis*, Vidal.

Nuestras observaciones han confirmado por completo las de los que nos precedieron. Hemos visto en dos parajes el contacto entre el macizo antiguo y los lechos con *Bulimus gerundensis;* cerca de la

(1) Vézian, *Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelona* (Thése de doctorat: Montpellier, 1856).

(2) De Verneuil, *Sur le calcaire à Lychnus des environs de Segura et de Berga* (*Bull. Soc. geol. France*), 2.ª serie, tomo XXIV, 1867, pág. 409.

(3) Vidal, *Edad de las capas de Bulimus gerundensis* (*Bol. Real Acad. Sc. y Artes de Barcelona,* 1883), con láminas.

(4) Almera, *Estudis geologichs sobre la constitució, origen, antiguetat y pervenir de la Montagna de Montserrat:* Vich, 1880.

(5) Carez, *Etude des terrains crétacés et tertiaires du nord de l'Espagne* (Thése de doctorat, 1881).

estación de Olesa, estos conglomerados y arcillas rojas, en capas ligeramente levantadas y dirigidas al N.NO., descansan sobre el trías, en discordancia angular bastante perceptible. En los baños de la Puda, una dislocación local del borde del macizo ha invertido el trías (Muschelkalk y margas irisadas), situándole encima de la potente serie de conglomerados de la base de la serie terciaria; pero á corta distancia del borde de la faja, los lechos rojos con *Bulimus gerundensis* recoran su inclinación normal y su buzamiento al N.NO.

Si desde la Puda se sigue en dirección á la montaña de Montserrat, se atraviesa, en unos diez quilómetros, una interminable serie de pudingas, de areniscas y de arcillas rojas, más ó menos grumosas, completamente idénticas á las de las capas con *Bulimus gerundensis*, de las que son continuación concordante, pero en posición cada vez más próxima á la horizontal. Se llega así, sin volver á encontrar un solo banco de caliza lacustre, ni la menor intercalación de lechos marinos, hasta el pie oriental de las grandes escarpas del Montserrat, donde dominan las pudingas, separadas en bancos distintos, por algunas intercalaciones de arcillas rojas.

Según el P. Almera, que conoce bien esta curiosa montaña, en toda su vertiente oriental, hasta la cumbre, no se encuentran vestigios de lechos marinos intercalados en el seno de estas potentes formaciones fluvio-continentales, cuyo espesor total debía ser de más de 2000 metros.

Si, por el contrario, se sube al Montserrat por su ladera septentrional, hacia la parte de Monistrol se observa la intercalación en las pudingas y las arcillas rojas, de capas marinas eocenas perfectamente caracterizadas. Un poco antes de llegar á las casas de Monistrol, viniendo del E., en el trazado de la carretera que sube al Monasterio, se encuentran margas arenosas, amarillas, con jacillas de *Cardium* y otras bivalvas, y numerosos vestigios carbonosos de plantas terrestres, acarreadas por las corrientes de agua de un continente próximo, situado al E. Aquí comienzan, desde la base de la montaña, los depósitos marinos, que alcanzan mayor desarrollo al O. de Monistrol. A dos quilómetros próximamente hacia el N. de este pueblo, encima de un pequeño escalón de pudinga que forma la escarpada ribera del Llobregat, hemos visto un notable afloramiento de capas marinas con *Nummulites perforata*, *Velates Schmideli*, y grandes Ceritidos y Equinoides, cubiertas por nuevos bancos de pudingas. A un nivel probablemente un poco inferior á estas capas, bajando

hacia el Llobregat, cerca de Monistrol, M. Dollfus observó un lecho lleno de *Orbitolites complanata.* A lo largo del ferrocarril de cremallera que sube al Monasterio de Montserrat (587 metros), se observan varias intercalaciones marinas sucesivas entre las pudingas y las capas rojas que constituyen casi la totalidad de la montaña; pero antes de llegar al Monasterio, los lechos marinos cesan de presentarse, y los 700 metros de espesor desde la última intercalación marina hasta el pico de San Jerónimo (1238 metros), son exclusivamente de pudingas, denudadas en forma de columnatas y pilones de azúcar de tamaño sorprendente.

Desde la meseta del pueblo de Monistrol se abarca admirablemente la disposición del conjunto de las capas eocenas marinas, que por su color gris verdoso se diferencian desde lejos de las arcillas y pudingas rojas en que están intercaladas. Se ve también que las margas marinas aumentan de importancia hacia el N. y el O., mientras que por el E., en dirección al macizo triásico que limita el horizonte, se percibe que, por el contrario, disminuyen rápidamente de espesor hasta terminar en cuña en el seno de las capas rojizas que constituyen el borde fluvio-continental de la cuenca numulítica. Esta disposición, que merecería precisarse en detalle por numerosas observaciones locales, puede ser interpretada por el corte general que se acompaña (fig. 11).

Me parece interesante observar que el modo de presentarse el numulítico marino del Llobregat, intercalándose en cuña en las pudingas y los lechos rojos de la faja del macizo litoral de Cataluña, es repetición exacta de lo que se observa en la vertiente meridional de la Montagne Noire, macizo antiguo que al N. de los Pirineos representa un papel equivalente al del macizo de Barcelona al S. de esta cordillera. Los interesantes trabajos de M. Vasseur [1] han demostrado, en efecto, que las calizas con alveolinas y con *Nummulites atacica,* muy desarrolladas entre Carcassonne y Castelnaudary, disminuyen en importancia á la altura de este último pueblo, transformándose al O. de Villespy en lajas arenosas con bancos de *Ostrea stricticostata,* y se convierten lentamente en areniscas con ostras y ceritidos, de facies salobre en las arenas y arcillas, con guijos del Castrais, constituyendo el borde de los terrenos antiguos.

Tenemos, pues, en el flanco S. de la Montagne Noire y en el lado

(1) Vasseur, *Bull. serv. Carte geol. France,* núm. 37, 1894, tomo III.

opuesto, N. del macizo de Barcelona, las dos orillas, acompañadas de sus bordes fluvio-continentales, de un brazo de mar numulítico de 200 quilómetros de ancho que ponía en comunicación el Océano Atlántico con el Mediterráneo, y en cuyo centro se formaron, hacia el final del eoceno, los pliegues de la cordillera de los Pirineos.

¿Es posible fijar la edad de esta potente serie de capas que rápidamente he descrito? No tenemos en todo su conjunto más que un solo horizonte paleontológico bien determinado, que es el de las capas marinas con *Nummulites perforata* que se encuentran en la base del Montserrat; este nivel, que, en general, se extiende por

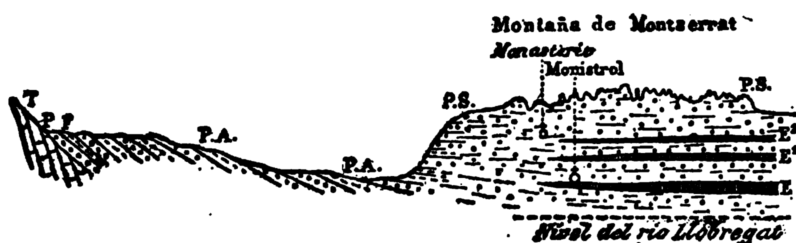


Fig. 11.—Perfil del borde de la cuenca numulítica del Llobregat en la montaña de Montserrat.

T, Trias; *P*, Pudinga de la base; *F*, Nivel con *Bulimus gerundensis; P. A*, Arcillas rojas y pudingas; *E*, Eoceno marino con *Nummulites perforata; E*¹, *E*², Intercalaciones marinas eocenas en las pudingas; *P. S*, Pudingas supranummulíticas.

toda la cuenca numulítica mediterránea, corresponde á la caliza basta propiamente dicha de la cuenca parisiense, es decir, al *Luteciense medio*.

Por lo que se refiere á la serie de conglomerados y arcillas rojas inferiores á este horizonte marino, no tenemos otra referencia paleontológica más que la correspondiente al extremo base de la serie, ó sea las margas grumosas con *Amphidromus gerundensis*. ¿Cuál es la época precisa á que pertenece este fósil? Las opiniones varían sobre este punto: los geólogos españoles, y en particular los Sres. Vidal y Almera, consideran esta hilada roja infra-numulítica como de la época *garumnense* (es decir, danés) y equivalente á la de la parte superior de las capas salobres con *Cyrena laletana* y *Lychnus* de la

vertiente S. de los Pirineos (Berga, Isona, etc.); mientras que M. Carez, en vista de la independencia de las capas con *Bulimus gerundensis* y del verdadero *garumnense*, así como también por la unión constante de esta hilada con la base de la serie numulítica, se inclina á considerarla como formando el extremo de la base de la serie terciaria.

Aparte de las razones estratigráficas indicadas por M. Carez, puede alegarse en favor de los que suponen edad terciaria á este horizonte, la gran afinidad paleontológica del *Bulimus gerundensis* con otra forma terrestre del mismo grupo, el *Bulimus (Amphidromus) Hopei*, Marcel de Serres, que caracteriza el Luteciense lacustre de la Provenza, del Languedoc y de la vertiente N. de los Pirineos, y que difiere de ella por la forma más hinchada de su última vuelta y por el perfil cóncavo de la espiral. El *Bulimus Bouvyi* Haime (1), de la isla de Mallorca, es otra especie del mismo grupo, probablemente de un horizonte más alto que el Luteciense. No conozco, por el contrario, ninguna forma análoga en el tramo de Rognac ni en ninguna otra formación de edad cretácea.

Por otra parte, y á pesar de las afinidades paleontológicas, no hay que pensar en que el *Bulimus gerundensis* llegue hasta el eoceno medio. El Sr. Vidal y M. Carez han demostrado que en los alrededores de Gerona existe, inmediatamente por debajo de las capas con *Nummulites perforata*, otro horizonte marino representado por calizas con *Miliolites* y con *Alveolinas*, que descansa sobre la serie roja, en cuya base se encuentra el nivel con *Bulimus gerundensis*. La posición estratigráfica de esta caliza y su comparación con las capas análogas de los Corbières y de la vertiente S. de la Montagne Noire, permiten referirla al Luteciense inferior. Este horizonte marino no existe en los cortes del Montserrat, ó necesariamente tendrá que estar representado por las capas rojas inmediatamente inferiores á las marinas de Monistrol con *Nummulites perforata*.

De esta serie de observaciones pueden deducirse, á mi juicio, las conclusiones siguientes: 1.ª, las capas con *Bulimus gerundensis* deben ser referidas al *eoceno inferior*, sin que pueda precisarse el tramo á que corresponden por carecer de datos paleontológicos; 2.ª, la potente serie de conglomerados y de arcillas rojas que se extienden desde el borde del macizo antiguo de Barcelona hasta el pie de Mont-

(1) *Bull. Soc. geol. France*, 2.ª serie, tomo XII, pl. XV, figs. 1-2.

serral, entre las capas con *Bulimus gerundensis* y las de *Nummulites perforata*, representan bajo un aspecto fluvio-continental la totalidad ó parte del eoceno inferior y la base del eoceno medio (Luteciense inferior).

Respecto á las capas de pudingas que, superpuestas al horizonte con *Nummulites perforata*, constituyen casi la totalidad de la montaña de Montserrat, debe observarse que la intercalación de varios niveles marinos en la mitad inferior de la montaña, permitirá sin duda precisar la edad de estos niveles después de un cuidadoso estudio paleontológico. M. Carez ha citado en estos lechos *Nummulites striata*, que indica un horizonte muy alto del numulítico. El P. Almera ha encontrado en la intercalación marina más alta *Eupatagus ornatus*, del numulítico superior de Biarritz, asociado á una fauna de estuario con *Potamidos*, *Melanias* y *Cyrenas*, por estudiar.

En cuanto á la masa de las *pudingas supranumulíticas*, sin fósiles, que forman la cúspide de la montaña, los Sres. Almera y Carez las comparan, con razón, á la *pudinga de Palasson* de los Pirineos franceses, atribuyéndolos al *eoceno superior*, en conformidad con las ideas generalmente admitidas en la época en que se publicaron sus trabajos. Pero después se ha modificado en algo lo que ya parecía establecido sobre este punto: por una parte, el abate Pouech (1) y M. Viguier (2) han demostrado que la pudinga de Palasson en el Ariège y en el Aude podía descender hasta el eoceno medio con *Lophiodon*; por otra, M. de Rouville (3) sienta que la parte superior de estas pudingas podía invadir la base del oligoceno, y las minuciosas observaciones de M. Vasseur (4) han evidenciado que en el Tarn, la pudinga de Palasson con elementos de rocas pirenáicas, penetra á manera de apófisis en las molasas de Puylaurens, cuya edad *infra-tongriana* está perfectamente comprobada. Hoy es posible demostrar, por los descubrimientos hechos en Calaf, que sucede lo mismo en España, y que la parte superior de las pudingas del Montserrat debe ser referida al *oligoceno*.

(1) *Bull. Soc. geol. France*, 3.ª serie, tomo XIV, pág. 277.
(2) *Bull. Soc. geol. France*, 3.ª serie, tomo XIV, pág. 582.
(3) *Bull. Soc. geol. France*, tomo XIV, pág. 584.
(4) Vasseur, *Bull. Carte geol. France*, núm. 37, 1894, pág. 2.

II

Calaf es una población de la provincia de Barcelona, situada unos 30 quilómetros al NO. de Montserrat en una comarca interesante que no pude visitar por falta de tiempo. Pero los trabajos de M. Carez [1] y de los Sres. Maureta y Thós [2] me permitirán suplir la falta de observaciones personales propias. El primero de estos geólogos ha descubierto un lentejón yesoso al O. del Montserrat, hacia Odena, intercalado entre las margas azules con *Orbitolites* del Numulítico superior y la mesa de pudingas supranumulíticas, continuación de las del Montserrat. Estas mismas pudingas se prolongan sin discontinuidad hasta Calaf, donde un pliegue anticlinal hace que aparezca de nuevo el yeso, separado aquí de las pudingas por una serie de margas y de calizas laguno-lacustres con lignitos, que se explotan desde hace tiempo. «No puede abrigarse duda, dice M. Carez, respecto á la posición de las margas del lignito de Calaf, en la base de las pudingas del Montserrat.»

Los Sres. Maureta y Thós han descrito, por su parte, detalladamente, la sucesión de las capas explotadas en Calaf, donde se observa la serie siguiente de abajo para arriba: 1, conglomerados con intercalaciones de arcillas y calizas; 2, yeso y margas; 3, arcillas y molasas de color rojo, calizas con *Planorbis*, *Limneas*, *Melania Escheri* y lignitos que se explotan. Atribuyen todo este conjunto al tramo proiceno de Gervais, es decir, al eoceno superior.

Hace unos dos años el Sr. Bofill me enseñó un fragmento de mandíbula de mamífero encontrado en los lignitos de Calaf, que clasifiqué como de un *Anconus Aymardi*, Pomel [3], del horizonte de las calizas de Ronzón, es decir, aproximadamente del nivel de la caliza de Brie de la cuenca parisiense (infratongriense). El Sr. Bofill [4] publicó seguidamente un dibujo de este importante fragmento, acompañándolo

(1) Carez, *loc. cit.*, págs. 167 y 205, cortes 35 y 53.

(2) Maureta y Thós, *Descrip. física, geol. y minera de la prov. de Barcelona*, 1881.

(3) Depéret, *Compte-rendu sommaire* (*Soc. geol. France*, 5 Abril 1897, página 75).

(4) Bofill, *Bol. de la Real Acad. Cienc. y Artes de Barcelona:* Abril 1897, con láminas.

con algunas consideraciones estratigráficas acerca de la edad *sannoisiense* de las capas ligníferas de Calaf.

En las colecciones del Sr. Vidal figura una hermosa serie de conchas de las capas de esta localidad, y además un esqueleto casi entero, conservado en una laja de caliza, perteneciente á un animal que, después de un rápido examen de M. Gervais, se atribuía al género *Xiphodon*.

Sin embargo, M. Gaudry, mi sabio maestro, y yo, al ver este esqueleto, encontramos algo dudosa su clasificación atendiendo á la disposición y forma de los premolares, visibles únicamente por el lado exterior. El Sr. Vidal me autorizó para que desprendiera la cabeza, operación que se hizo al cuidado de M. Laurent Maurette, con lo que se comprobó que se trataba, no de un *Xiphodon*, sino de un pequeño *Diplobune* que me parece idéntico al que se ha encontrado en las fosforitas y que M. Filhol ha designado con el nombre de *Diplobune minor*. Esta determinación confirma, como se ve, la edad oligocena (infra-tongriense) de estas capas, indicada ya por la presencia del género *Ancodus*.

Del examen de los ejemplares puestos á mi disposición por los Sres. Vidal y Bofill, se deduce que la fauna oligocena de Calaf se compone de los tipos siguientes:

MAMÍFEROS.—**Ancodus Aymardi**, Pomel.—El fragmento de hueso procedente de Calaf, dado á conocer por M. Bofill (*loc. cit.*), corresponde á la porción media de las dos ramas de la mandíbula: á la derecha, se ve en su lugar el cuarto premolar y los tres post-molares, salvo el talón del último; á la izquierda, están en su sitio el tercero y cuarto premolares y el primero y segundo post-molares. Estos molares presentan todos los caracteres, bien conocidos, de los *Ancodus* de Ronzón, cuyas especies estudiadas por M. Filhol [1] apenas difieren entre sí más que por el grado de alargamiento de la parte anterior de la mandíbula y por la separación mayor ó menor de los primeros premolares, que es su consecuencia.

La determinación que precede está fundada: 1.°, en las dimensiones de los molares, que son idénticas á las del *Ancodus Aymardi*, Pomel (Filhol, *loc. cit.*, fig. 101), mientras que estos mismos dientes son más fuertes en el *A. velaunus* y, sobre todo, en el *A. leptorhyncus*; 2.°, en la delicadeza y pequeña altura del hueso de la mandíbu-

(1) *Mammif. foss. de Ronzón* (*Ann. Soc. geol.*, tomo XII, 1881).

la al nivel de los molares, carácter que es peculiar, según M. Filhol, al *A. Aymardi*, y la diferencia de las otras dos especies con mandíbula más alta y más pesada.

Diplobune minor, Filhol.—El cráneo del esqueleto de la colección Vidal está incrustado en una placa de caliza margosa y se ve por su lado derecho. A pesar de cierto aplastamiento en el sentido lateral, se puede apreciar la forma general de la cabeza, todavía mal conocida, de los *Diplobune*.

Se parece mucho á la de los *Anoplotherium*: el perfil superior se presenta en línea casi recta desde los parietales hasta la extremidad anterior de los huesos nasales; desde este punto desciende bruscamente á lo largo del borde de los inter-maxilares, sin ninguna escotadura cartilaginosa entre los inter-maxilares y los huesos nasales.

El borde anterior de la órbita avanza hasta la altura del segundo post-molar, como en el *Anoplotherium*. La mandíbula es de forma prolongada: difiere de la del *Anoplotherium* en que el borde inferior de los huesos queda paralelo al borde alveolar, casi hasta la altura del canino, donde la mandíbula disminuye rápidamente de altura por delante de los post-molares; de donde resulta que el hocico del *Diplobune* debía ser más obtuso por delante que el del *Anoplotherium*.

Los dientes de arriba están mal conservados: no se ven en su lugar más que los dos últimos molares (m^2 y m^3), bien caracterizados por su pared externa, fuertemente vencida hacia adentro, y dejando en saliente el pilar central de separación de las dos lobas; por su loba anterior con tres dentículos, el externo crescentoide, el central, y sobre todo el interno, casi cónicos; por su loba posterior con dos dentículos crescentoides, sin dentículo central.

Los dientes de abajo indican que el animal era joven, pues todavía se conservan los de leche; pero están á punto de brotar los post-molares.

Se percibe por delante el segundo incisivo en su sitio y muy proclive el alveolo del tercer incisivo; después el canino bajo y en punta triangular con un talón muy pequeño por delante y por detrás. Los tres molares de leche son de forma prolongada y divididos cada uno en tres lóbulos que tienden á igualarse en tamaño contando del primero al tercer molar. Por detrás de los dientes de leche, el primer post-molar está ya en su lugar y muestra claramente los caracteres de los *Diplobune*: un lóbulo anterior formado de dos dentículos internos cónicos más estrechamente unidos el uno al otro que en el *Ano-*

plotherium, y un dentículo interno en forma de cuarto de luna muy comprimido al través; una loba posterior que comprende un solo dentículo grueso cónico postero-interno y un dentículo interno en cuarto de luna que deja un intervalo libremente abierto en la pared entre la extremidad de su bucle anterior y el grueso dentículo postero-interior.

El fósil de Calaf me parece idéntico á la pequeña especie de *Diplobune* de las fosforitas de Quercy, descrito por M. Filhol con el nombre de *Eurytherium minus* (1), y que es un verdadero *Diplobune* por la unión muy apretada de las puntas internas de la primera loba de los post-molares inferiores. La forma de la mandíbula es parecida á la del de Calaf, y el primer post-molar es idéntico en tamaño y estructura. No es posible proseguir la comparación para los dientes más anteriores, porque la mandíbula de Quercy tiene ya sus premolares de reemplazamiento, mientras que los dientes de leche persisten todavía en el ejemplar español.

MOLUSCOS. — **Melanoides albigensis**, Noulet, var. **Dumasi**, Fontannes.—Entre las numerosas variedades de *Melanoides* que se encuentran en abundancia en las calizas margosas contiguas á los lignitos de Calaf, se puede reconocer el tipo del SO. de Francia, representado por Sandberger (2), con sus costillas oblicuas, en número de 13-14 sobre la penúltima vuelta, terminadas en lo alto por una granulación espinosa poco pronunciada. La concha de Calaf se asemeja todavía más á una variedad de la cuenca de Alais, representada por Fontannes (3) con el nombre de *Melanoides albigensis*, variedad *Dumasi*, caracterizada por la atenuación de las costillas longitudinales y por la mayor importancia de las costillitas espirales. Pero la mayor parte de las conchas de España constituyen variedades con costillas más fuertes que en el tipo, menos numerosas (10-11 sobre la penúltima vuelta), y termina en lo alto por una robusta espina saliente hacia afuera. Se pasa así progresivamente á formas más y más espinosas y demasiado alejadas del tipo de Noulet para poderla designar con el mismo nombre.

Melanoides occitanicus, Fontannes.—Los grandes ejemplares

(1) Filhol, *Phosphorites du Quercy*, figs. 306-307 (*Ann. Soc. geol.*, tomo VIII, 1877).

(2) *Land und Susswasser Conchylien*, pl. XVIII, fig. 1.

(3) *Descr. somm. faune malacol. groupe d'Aix*, pág. 26, pl. III, figs. 1-3.

con espinas muy pronunciadas pueden ser referidos con aproximación suficiente á la especie de la cuenca de Alais, descrita por Fontannes (1), de la que se diferencia, sin embargo, por la mayor regularidad en la longitud de las espinas que adornan las tres últimas vueltas: estas espinas son todas cortas y gruesas en la concha de Calaf, y no se ven las dos ó tres espinas largas y agudas irregularmente situadas en las dos últimas vueltas de los ejemplares del Languedoc. Estas diferencias pueden ser consideradas como consecuencia de variaciones regionales que no justifican una distinción específica.

Striatella Nysti, Duchastel.—El Sr. Vidal ha recogido en Calaf seis ejemplares de una *Melania* pequeña, bastante corta é hinchada, de vueltas convexas, adornadas con pequeñas costillas oblicuas, bastante pronunciadas (unas veinte sobre la penúltima vuelta), cruzadas por costillitas espirales menos visibles que las costillas. Esta concha concuerda muy exactamente con la variedad corta de *Melania Nysti*, Duch., representada por Nyst, del tongriense de Limbourg, con el nombre de var. B. (2). En la colección de la Universidad de Lyón se encuentran ejemplares perfectamente semejantes á los de la provincia de Barcelona, procedentes de la localidad típica de Klein-Spawen.

Vivipara cf. sericinensis, Noulet.—Ejemplares un poco deformados, que me parecen iguales á la *Paludina* corta, pequeña y ventruda de Lautrec (Tarn), representada por Sandberger (3) y encontrada también por Fontannes (4) en la cuenca de Alais. He tenido ocasión de citar esta misma forma en el infra-tongriense de la cuenca de Marsella.

Los otros Moluscos, tales como *Limnæa, Planorbis, Helix,* están muy deteriorados para poderlos determinar.

Edad de las capas de Calaf.—Las determinaciones paleontológicas que preceden permiten referir, sin duda ninguna, las capas de Calaf á la parte inferior del Oligoceno y de una manera más precisa al tramo infra-tongriense (Sannoisiense de MM. Munier-Chalmas y de Lapparent).

Por lo que se refiere á los Mamíferos, el *Ancodus Aymardi* es una

(1) *Descr. faune malacol. groupe d'Aix*, pág. 27, pl. III, figs. 4-9.

(2) Nyst, *Coq. et Polyp. foss. de Belgique*, tomo II, pág. 440, lam. XXXVII, fig. 16.

(3) Sandberger, *loc. cit.*, pág. 303, lám. XVIII, fig. 3.

(4) Fontannes, *loc. cit.*, pág. 31, lám. IV, figs. 10-14.

especie típica de la caliza de Ronzón, equivalente de la caliza de Brie de la cuenca parisiense, y conviene observar que el género *Ancodus* es exclusivamente oligoceno y jamás fué citado ni en el Eoceno superior (horizonte de Montmartre y de Gargas), ni tampoco en las fosforitas de Quercy.

El *Diplobune minor* es una especie que hasta ahora sólo se había encontrado en las fosforitas, y aun cuando el género *Diplobune* comienza muy pronto en el Eoceno (siderolítico de Egerkingen), el máximo de expansión de este género, afine á los *Anoplotherium*, está en los yacimientos siderolíticos (Ulm. Pappenheim), que parecen casi contemporáneos de las bolsadas del Quercy.

Los Moluscos nos ofrecen puntos de comparación estratigráfica también muy precisos. La *Striatella Nysti* es una forma característica del infra-tongriense del Limbourg belga. En el SO., y en particular en los alrededores de Castres, M. Vasseur (1) indica *Melanoides albigensis*, asociada á *Vivipara soricinensis* en la caliza de Lautrec, que este sabio geólogo refiere al Sannoisiense superior.

La comparación con la cuenca de Alais es todavía más decisiva. Según las investigaciones de Fontannes (2), rectificadas y completadas por M. Fabre (3) y por mí (4), la serie muy continua de capas eocenas y oligocenas en el borde oriental de esta vasta cuenca monoclinal es la siguiente, de abajo para arriba:

Eoceno inferior.........	Arenas abigarradas de Euzet-les-Bains, del Brouzet, etc.
Eoceno medio...........	Caliza con *Planorbis pseudoammonius* de Navacelles.
Eoceno superior.........	Margas y calizas de Saint-Hippolyte de Caton con *Glandina Vialai*, *Strophostoma globosum* y numerosos Mamíferos (fauna de Montmartre y de Gargas).

(1) Vasseur, *Légende explicative de la feuille de Castres* (Carte geol. France, 80000).

(2) Fontannes, *Etudes stratigraphiques:* VIII. Le groupe d'Aix, pág. 133 et suiv.

(3) Fabre, *Bull. serv.* Carte geol., núm. 38 (campagne de 1892), pág. 83.

(4) Depéret et Fabre, *Observations communes inédites.*

INFRA-TONGRIENSE.	1. Calizas con *Limnæa longiscata*. 2. Calizas con *L. longiscata* y *Potamides aporoschema*. 3. Serie de calizas en lajas con *Cyrena Dumasi alesiensis*. Insectos, Peces, etc. 4. Areniscas con flora de Celas. 5. Calizas con *Striatella barjacensis*, *Melanoides albigensis*, *occitanicus*, *Vivipara soricinensis*, etc.
TONGRIENSE Y AQUITANIENSE.	Margas rojas y conglomerados del centro de la cuenca de Alais.

Importa observar que el paralelismo más completo se establece entre la fauna de Calaf y la de los lechos con *Striatelles* y *Melanoides* espinosas de Barjac, que ocupan un nivel muy alto en el piso infratongriense, y este último punto concuerda con las observaciones antes citadas de M. Vasseur en la cuenca de Castres. No me queda duda alguna acerca de la edad precisamente oligocena de los lignitos de Calaf, y esta conclusión se relaciona necesariamente, como ya antes observé, con la cuestión de la edad de la mayor parte de las pudingas del Montserrat que, según el parecer de todos los geólogos que han estudiado la región, son superiores á este horizonte lignitífero. Debe esperarse que por sucesivas observaciones habrá de completarse el conocimiento de la fauna de esta interesante localidad.

CARLOS DEPÉRET.

Septiembre de 1898.

V

CRIADERO DE SAL DE CARDONA

(Láminas 3 y 4.)

Después de la excursión á la montaña de Montserrat, nos dirigimos á Manresa para tomar el camino de Cardona y visitar el interesante criadero de sal que allí se explota.

Bajo las pudingas del Montserrat, que tan curioso aspecto dan á esta montaña, se descubren, ya casi en el fondo del valle del Llobregat, cerca de Monistrol, las margas numulíticas que se extienden por el N. y llegan hasta Manresa, donde constituyen las colinas sobre que se asienta la ciudad y las de sus alrededores.

Encuéntranse allí los bancos con *Nummulites perforata* que, en el numulítico catalán, forman parte de la subdivisión inferior de este tramo. En otras localidades, como Gerona y Lérida, es frecuente verlos superpuestos á las calizas con *Alveolina melo*, base del eoceno marino.

En las colinas de Manresa se encuentra también el numulítico medio con *Vulsella falcata, Turritella ataciana, Terebratella Vidali*, bastante frecuentes.

Subiendo por la carretera que sigue la orilla izquierda del Cardoner, después de haber cruzado por maciños con indicios de yeso que pudieran corresponder al numulítico superior ó al oligoceno inferior, se sigue siempre sobre bancos de areniscas y margas rojas que pertenecen al oligoceno. Las pudingas de Montserrat han desaparecido, y estas areniscas y margas son el resultado de la transformación de aquéllas por atenuación de sus elementos.

En Suria, pueblo situado en la orilla izquierda del Cardoner, un pliegue en anticlinal muy pronunciado deja ver debajo de los citados bancos una hilada de yeso blanco; y cuando se llega ya al pie de la colina de Cardona, los bancos oligocenos se levantan de nuevo, se ensancha el valle y aparece á nuestra vista la gran masa de sal que ocupa el centro. Cardona y su castillo están edificados sobre la coli-

na que forma la vertiente septentrional de este pliegue, con sus capas buzando al N.

La sal gemma se presenta casi pura, sobre todo en los bancos más bajos, en los que no es raro hallar hermosos cristales cúbicos que algunas veces contienen inclusiones líquidas y gaseosas.

La parte superior del criadero de sal presenta la estructura en zonas ó fajeada de diferentes colores, de donde el nombre de *montaña de sal roja* que se da á una de sus porciones.

La sal, sin perder su textura compacta, se presenta en vetas estrechas desde uno á algunos centímetros, en extremo contorneadas, dobladas en agudos pliegues, manifestación evidente de grandes presiones laterales.

El yeso se encuentra unas veces superpuesto á la sal, otras intercalado en los bancos, y también íntimamente mezclado con la misma sal y con arcilla, siendo muy raro que le acompañe la pirita de hierro.

La solubilidad del cloruro de sodio en las aguas atmosféricas produce en el interior de la masa salífera cavidades que se manifiestan al exterior por agujeros y por conos de hundimiento en las tierras que la cubren, ó en los yesos ó las arcillas superiores; estas hoyas, que tienen á veces dimensiones considerables, se conocen en el país con el nombre de *bofias*.

La extremidad O. del criadero de sal, que se llama la *Bofia gran*, es un gran cráter ó embudo, en el que la sal forma la superficie interior de un amplio cono erizado de agujas y láminas cortantes labradas en la masa por las aguas pluviales; y estas aguas, saturadas de sal, acumuladas en el fondo del cráter, pasan por debajo de la montaña de sal roja, formando un pequeño manantial salado; después se ocultan bajo una colina del centro del valle, llamada San Onofre; la atraviesan circulando por hermosas grutas, y, por fin, se unen al Cardoner.

Cuando se recuerda que la sal se presenta en diversos parajes de los Pirineos asociada á los asomos ofíticos, y que en Argelia se han encontrado fósiles triásicos en varios criaderos de sal que se creyeron terciarios, se comprende que algunos geólogos hayan manifestado su convicción de que la sal de Cardona es triásica.

Debo, sin embargo, aducir ahora las razones que otros compañeros y yo tenemos para no participar de esta opinión. Desde luego se observa que los bancos superiores de sal, en las proximidades de los bancos oligocenos, son paralelos á ellos, y no se ve ninguna discor-

dancia de estratificación entre las hiladas de sal, las de yeso y las de las margas y maciños. Si la sal perteneciera al trías, esta concordancia sería bastante notable entre dos formaciones de edad tan diferente. Sería también inexplicable que, para servir de cuenca al depósito de los sedimentos oligocenos, las capas triásicas de elementos insolubles (calizas, dolomías, margas) hubieran desparecido, y que la sal quedara en capas completamente horizontales, sirviendo de fondo á las aguas terciarias. Además, observaré que los yesos que acompañan á la sal de Cardona no tienen el aspecto moteado de los que se ven en los asomos ofíticos y salíferos de los Pirineos, ni presentan los cristales bipiramidados de cuarzo que aparecen en los yesos ofíticos.

Verdaderamente es sorprendente el ver pliegues y arrugas en los lechos salíferos; ¿pero no corresponden acaso al centro de un anticlinal? Y en este paraje, en el punto de ruptura de los estratos, es donde los esfuerzos tangenciales han sido más sensibles: las capas oligocenas han desaparecido por denudación, y no podemos apreciar cuán dislocadas estarían si existiesen.

Por lo demás, el anticlinal de Cardona no se limita á los alrededores de la población. Más al O. existe el criadero salífero de Vilanova de la Aguda, distante unos 55 quilómetros, en la provincia de Lérida; y allí se encuentran también, en los bordes N. y S. del valle, los maciños y margas oligocenos buzando al N. y al S., dejando al descubierto un gran depósito de arcillas yesosas y salíferas, aunque la sal no se reconoce más que por una fuentecilla salada, que se explota, y por numerosos hundimientos en forma de pequeños y profundos embudos que hacen peligroso aquel terreno y que recuerdan las *bofias* de Cardona.

Más aún: á 10 quilómetros al S. de Cardona, en la carretera de Manresa, la bóveda que forman las capas oligocenas, que hemos citado en Suria, es la repetición del fenómeno que puso al descubierto la sal en Cardona. En Suria, bajo los yesos, se encuentra un criadero de sal que en vano se ha intentado explotar, pues está demasiado próximo á otra mina mucho más rica. Este anticlinal de Suria se reproduce 15 quilómetros al O. en Pinos: en un barranco que se llama de los *Ars*, los yesos están ampliamente desarrollados bajo los maciños oligocenos dislocados, presentándose tambien una fuente salada.

Esta constancia en la aparición de un criadero de sal íntimamen-

te relacionado á los fenómenos de dislocación de los lechos oligocenos, y la ausencia, constante también, de las rocas triásicas que por sí solas podrían asegurarnos de la edad del depósito, parece demostrar que tal depósito no es independiente de la formación de los estratos oligocenos: constituye un accidente en la sedimentación de esta época, y no se debe ver en esta sal un testimonio de los tiempos triásicos.

Aparte de esto, el depósito de sal en las aguas terciarias no sería un fenómeno único en esta época: conocemos en la provincia de Zaragoza, lindante con la de Lérida, el hermoso criadero de sal de Remolinos, donde este mineral se encuentra en capas horizontales, intercaladas en arcillas de origen salobre, cuya edad miocena es indiscutible.

L. M. VIDAL.

Octubre de 1898.

Con motivo de las precedentes notas acerca del Montserrat y del criadero de sal de Cardona, M. L. CAREZ hizo las observaciones siguientes:

«*Pudingas del Montserrat.*—Al contrario de lo que había creído anteriormente, los elementos de las pudingas del Montserrat proceden indudablemente de la costa y no del N., ó sea de la cadena pirenáica. En efecto: si desde la estación de Monistrol se mira al Montserrat, se ve claramente que la parte oriental de la montaña está casi enteramente formada por pudingas, mientras que en la región occidental no se presentan más que en la parte superior: las calizas y margas numulíticas se intercalan en cuña entre las pudingas.

En mis primeras observaciones, en España en 1879, pude ya comprobar este hecho, pero no lo interpreté bien: el espesor de las pudingas en la bajada del Monasterio á Collbató, es infinitamente más considerable que por el lado de Castellolí.

No obstante, si bien el origen costero de las pudingas del Montserrat parece absolutamente demostrado, no dejan de presentarse para su explicación algunas dificultades. En efecto: la región primaria y secundaria comprendida entre Barcelona y Vendrell alcanza actualmente una altitud muy pequeña, del todo insuficiente para explicar la existencia de las corrientes violentas necesarias para el

transporte de esas masas de guijarros: debía, pues, existir en este punto, hacia el fin del período numulítico, un macizo montañoso cuya desaparición difícilmente puede atribuirse á la denudación: tan colosal debía suponérsela. Por consiguiente, parece más razonable admitir el descenso por hundimiento de la zona costera, para explicar esta modificación tan considerable en el relieve desde el final del Numulítico.

No debe olvidarse, por lo demás, que otras pudingas que parecen de la misma edad que las del Montserrat existen en las dos vertientes de los Pirineos, desde un extremo al otro de la cordillera, y que no deben proceder de la cordillera litoral, sino de la pirenáica. Seguramente en esta época el fenómeno fué general y probablemente debido á lluvias de una abundancia prodigiosa.

Sal de Cardona.—Las opiniones más contradictorias se han emitido acerca de la edad y origen de este soberbio criadero de sal, y así debía ser, si se considera que no se conoce el *substratum* de la masa y que jamás se han encontrado fósiles en las capas de arcilla intercaladas en ella.

Sin afirmarlo en absoluto, por carecer de pruebas decisivas, creo que la sal es triásica, y apoyo mi opinión en la observación de los hechos siguientes:

1.° Los pliegues de la sal y de las capas arcillosas intercaladas.

2.° La discordancia entre las capas de sal con sus margas intercaladas, y las hiladas oligocenas.

3.° La localización de la sal.

Por lo que concierne al primer punto, basta fijar la vista sobre las fotografías de M. Vidal (lám. 4) para ver la intensidad de estos pliegues, tan claramente indicados por la alternación de los lechos de margas y de sal; por el contrario, las hiladas oligocenas que descansan sobre la sal, presentan las ondulaciones muy poco acentuadas y en todo diferentes de los pliegues agudos y apretados de la masa salina. Veo en este hecho la prueba de diferente edad entre las dos partes.

La discordancia me parece absolutamente demostrada, á pesar de que algunos de nuestros compañeros sean de parecer contrario: en todos los sitios en que he examinado el contacto, la discordancia existía. El yeso superpuesto á la sal lo considero como perteneciente al oligoceno.

Y por fin, á la localización de la sal, cuya presencia, señalada por

afloramientos ó manantiales salados, no se manifiesta más que en tres puntos: Cardona, Suria y Vilanova de Aguda. Y no obstante, los pliegues de los lechos oligocenos presentan frecuentemente el afloramiento del nivel donde se encuentra la sal en Cardona, sin que este mineral aparezca. Es muy digno de observar, además, que Cardona y Vilanova de Aguda se encuentran en la prolongación del Trías, indudablemente de la provincia de Lérida, el que desaparece bajo el Terciario cerca de Camarasa.

Seguramente, por efecto de los anticlinales, aparece la sal en Cardona y Suria; pero estos anticlinales son anti-terciarios, y sobre ellos se depositaron los lechos oligocenos.

Si opto por esta solución es porque mis observaciones en los Pirineos me han llevado á encontrar gran número de sitios semejantes: el Trías, con ó sin sal y yeso, aparece constantemente en las más extrañas formas y en contacto con terrenos en los que su presencia parece á primera vista inexplicable.

M. Depéret participa de la opinión de M. Carez: en Argelia como en el Pirineo francés, el Trías asoma al través de distintas formaciones, penetrando en ellas sus rocas cual si se tratara de una pasta blanda.

Para M. Dollfus, á continuación de la sal se depositó el yeso; la sal de Cardona sería oligocena, puesto que el yeso superpuesto á ella es concordante con las areniscas rojas superiores, cuyas capas están horizontales ó solamente onduladas. Los pliegues de la sal serían debidos á un fenómeno puramente mecánico, sin relación alguna con la sedimentación; los pliegues, por lo demás, son menos agudos en la cúspide que en la base y se aproximan más á la marcha de las capas superiores.

M. Bergeron observa que la sucesión de los depósitos por evaporación es la siguiente: yeso, cloruro de sodio, y después sales de potasa y magnesia; el yeso de la parte superior es debido á la evaporación de otra agua que la que había depositado la sal. Si los pliegues son más agudos en la parte inferior que en lo alto del criadero, esto puede provenir de que en la parte superior las capas han podido ensancharse más fácilmente, gracias á su elasticidad propia, allí donde una gran parte de los sedimentos han sido arrastrados. La concordancia de las capas no puede ser invocada como un argumento decisivo, pues tratándose de depósitos arcillosos pueden, bajo la presión, modelarse sobre las capas en contacto.

M. Stuart-Menteath agrega que pliegues idénticos á los de Cardona se presentan en todas las minas de sal, y que en España todas las sales son de la época eocena ú oligocena.

MM. Bergeron y Depéret son de parecer que la sal puede ser triásica y el yeso oligoceno.

M. G. Dollfus no discute el orden en el depósito de las sales por evaporación de los lagos salados: hace constar únicamente que en la mayor parte de los criaderos de sal se encuentra el yeso, tanto en su base como en su cumbre.

En la cuenca de París se encuentran lechos de sal en la base de la formación yesosa de Montmartre, y precisamente él considera las capas de Cardona como contemporáneas de las de *Palæotherium* de Montmartre. En los depósitos salíferos del E. de Francia el yeso está íntimamente mezclado con la sal. Persiste en considerar que hay unidad estratigráfica en el conjunto de las capas que se observan en Cardona, y que la molasa roja sobre que está edificado el pueblo es concordante, por una sucesión insensible y por capas más y más onduladas, con las de sal, que aparecen plegadas en el fondo del valle, participando, por consiguiente, de la opinión de los geólogos españoles.»

VI

EXCURSIÓN A MONCADA Y SARDANYOLA

Partiendo desde Manresa para Moncada, después de atravesar la serie del eoceno marino y lacustre, el Trías, el Paleozóico y el Pontiense del llano del Vallés, se llega á Moncada, pueblo edificado sobre la vertiente oriental de un cerrillo llamado «Fermi,» constituído por pizarras maclíferas y cruzado por el túnel del ferrocarril de Barcelona á San Juan de las Abadesas.

Por el lado N. este cerro queda limitado por la confluencia del Ripoll y del Besós; este último río atraviesa por una hoz la cadena litoral ó del Tibidabo, de la que forma parte el pico de Moncada. El tajo del Besós permite darse cuenta exacta de la constitución geológica de esta parte de la cadena. La línea de Barcelona á Cervera, por su ramal del interior ó de Granollers, sigue su orilla derecha, mientras que la línea del N. cruza por el collado que separa el cerro «Fermi» del pico de Montcada, y sigue por el Ripoll.

Cerca de la estación, en la trinchera de la vía abierta en el collado, se ven las pizarras maclíferas con buzamiento de 65° al N., pizarras que, cortadas por el túnel del cerro «Fermi,» se presentan con enorme espesor, puesto que pasan por debajo del pueblo de Moncada, atraviesan el Besós y se reúnen á las de la cadena inmediata para constituir su vertiente NO., donde se cargan de mica en la proximidad del granito. Pertenecen á la aureola interior metamorfoseada por el granito, que forma gran parte de la región oriental de la cadena litoral, extendiéndose hasta el Tibidabo. Estas pizarras, así como el granito, están atravesadas por numerosos filones de pórfido cuarcífero, de sienita y de cuarzo.

En la trinchera del ferrocarril pueden observarse las pizarras atravesadas por vetas ó filones irregulares y sinuosos de cuarzo blanco, y otras grises, sericíticas con cuarzo negro, que suceden á las pizarras maclíferas en discordancia de estratificación; aquéllas buzan al SO. y al S., mientras que las maclíferas se inclinan al N. y al NO. Las pizarras sericíticas tienen aspecto craso, dan al tacto la misma

sensación que el talco, son menos cristalinas que las otras, pero pasan á ellas insensiblemente desde el punto de vista mineralógico; la sericita se presenta en pequeños cristales lamelares sin contornos bien definidos. Están igualmente atravesadas por filoncillos de cuarzo blanco y siempre muy replegadas. Las capas más silíceas contienen á veces *Bilobites* mal conservados.

A 150 metros de la estación, cerca de la fuente *Pudenta*, se encuentra una manchita de pizarras negras ampelíticas con grafito y pirita de hierro, en discordancia con las pizarras con sericita; la trinchera de la vía corta á estas capas, y deja ver un pliegue echado y bien manifiesto.

En la ascensión al pico de Moncada por su flanco NO., se observan, por encima de este pliegue echado, primeramente pizarras silíceas atravesadas por filoncillos de cuarzo blanco, alternando con otras pizarras silíceo-ferruginosas que contienen nódulos aplastados: se apoyan en discordancia sobre las pizarras sericíticas de la base y buzan, en general, hacia el S. A 56 metros próximamente, por encima de la vía, se encuentra una grauvaca gris-pizarreña, con algunos nódulos silíceos y con buzamiento siempre al S. Un poco más arriba, y del lado del O., se observa en la grauvaca cuarcífera un isleo de esta misma roca, pero más arcillosa, celular, con nódulos y fósiles, que á su vez se halla cubierta por una capa menos dura, muy ferruginosa y de color más obscuro.

Este conjunto de capas de grauvaca constituye el tramo con *Orthis* de grandes costillas y con *Cystideos* del nivel de Caradoc. Su espesor es de 50 metros, y contiene las especies siguientes:

Orthis Actoniæ, Sow.
— *vespertilio*, Sow.
— *calligramma*, Dalm.
— *testudinaria*, Dalm.
Leptæna sericea, Sow.
Echinosphærites cf. *balticus*, Eichw.
Favosites sp.
Ptilodyctia costellata, M'Coy.

Por el examen de los ejemplares que hemos enviado á M. Barrois, ha reconocido este geólogo el nivel de Caradoc con sus *Orthis* y sus

Cystideos característicos. «Esta lista de fósiles, dice M. Barrois (1), permite referir el nivel de Moncada á la caliza de Bala, de facies septentrional, cuya presencia hemos reconocido en 1880 en la faja siluriana meridional de Barrande, en Bretaña, modificando así de una manera notable la teoría de Barrande sobre la existencia de estas provincias naturales en la época siluriana. Desde entonces la extensión de esta fauna de Caradoc se ha confirmado muchas veces..... Actualmente sabemos también que la fauna de la caliza de Bala se extendió de modo continuo sobre todo el O. de Europa, presentando las mismas formas características comunes en Shropshire, Finisterre, Herault, Alto Garona y Cataluña.»

Por encima viene, en concordancia de estratificación, una hilada de arenisca; los fósiles son más escasos, no encontrándose más que *Favosites, Cystideos* y algunos *Orthis.*

Sobre esta serie se apoya en discordancia una caliza azulada de facies amigdaloide, con numerosas venillas de limonita y algunos filoncillos de cuarzo. Siguiendo hacia el E. el límite inferior de esta caliza, se la ve en su extremidad N. descansar sobre pizarras blancas calizas con *Graptolitos* del siluriano superior, discordantes sobre las pizarras arenosas del siluriano inferior.

El camino sigue la caliza dura, compacta, de facies parecida al mármol amigdaloide de los Pirineos, en bancos irregulares y fragmentados de algunos metros de espesor. Contiene esta caliza numerosos artejos de *Encrinos* y raras *Clymenias* (?) y *Braquiopodos.*

A 270 metros de altitud se presenta un pequeño escalón ó resalto, en el cual no se encuentra la caliza amigdaloide, sino solamente las pizarras inferiores con *Graptolitos.* En este lugar hay, pues, un cambio completo: los bancos de caliza dirigidos E.-O. se levantan hasta la vertical; aparecen pizarras blancas, amarillentas, rojizas ó violáceas, levantadas y plegadas, y también bancos calizos alternando con las pizarras violáceas y rojizas. En la superficie del resalto las pizarras parecen formar una tenue costra sobre la caliza; pero el conjunto constituye un sinclinal pequeño, claramente manifiesto por las calizas azuladas con *Tentaculites,* que pertenecen á un nivel más alto. Las pizarras calizas blancas contienen impresiones de *Graptolites* poco determinables; algunos de éstos recuerdan al *Monograptus colonus,* que se encuentra también en Brugués. A consecuencia de los

(1) Barrois, *Ann. Soc. geol. du Nord,* tomo XIX, pág. 66.

pliegues reaparecen en diversos sitios, principalmente á 30 metros por debajo del vértice del pico, siempre cubiertos por la caliza azulada.

Las pizarras rojas intercaladas en capas delgadas en los bancos calizos contienen: *Leptæna corrutaga*, Richter, bastante frecuente; *Orthis*, *Strophomena*, *Lingula*, *Avicula*, pequeños braquiópodos, etc. M. Barrois, al que hemos enviado los fósiles encontrados en estas pizarras, los ha referido al nivel del devoniano de la Turingia. Se pueden referir, dice [1], á este nivel las pizarras de las capas superiores de Moncada, en las cuales he podido reconocer:

Tentaculites Geinitzianus, Richter.
Leptæna corrugata, Richter non Porlock.
Pleurodyctium Selcanum, Gieb. (?) [2].
Tallos de *Encrinus*.

Pero es necesario observar que ni los *Tentaculites* ni los tallos de *Encrinus* se encuentran juntamente con la *Leptæna*, sino en capas calizas de formaciones diferentes, como claramente se representa en el corte adjunto (fig. 12).

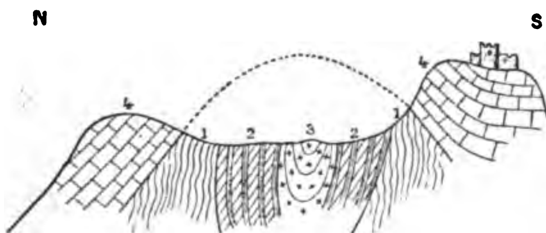


Fig. 12.—Corte de la cumbre del Pico de Moncada. Longitud, 60 metros.

1, filadios con *Graptolitos*; 2, calizas y pizarras alternantes con *Leptæna corrugata* (el espesor de las pizarras aparece exagerado); 3, caliza azul, nodulosa, con *Orthoceras*; 4, caliza amigdaloíde con *Encrinus*.

Por encima de las calizas, con intercalaciones de pizarras, vienen bancos de caliza azul, margosos, nodulares, muy duros en algunos

(1) Barrois, *Observations sur le terrain devonien de la Catalogne: Ann. Soc. geol. Nord*, tomo XX, pág. 63.

(2) Este ejemplar procede de «Can Amigonet,» de Papiol, que no está lejos de Moncada.

sitios, con numerosos *Orthoceras* indeterminables, *Encrinus*, *Kralowna* y, sobre todo, *Tentaculites (T. Geinitzianus)*. En la base es en donde principalmente son nodulares estas calizas: en un nódulo hemos encontrado el *Monograptus Rœmeri*, Barrois. Las calizas con *Tentaculites* pertenecen á un nivel más alto que las calizas y pizarras con *Leptæna corrugata;* las calizas amigdaloides con *Encrinus*, que en otro tiempo debían formar la bóveda del anticlinal, han desaparecido por efecto de la rotura de esta bóveda (1).

La cumbre del pico (295 metros) está constituida por bancos de caliza compacta dolomítica muy inclinados al S., en sentido contrario de las precedentes, lo que demuestra que se trata de un anticlinal roto. Los bancos que constituyen la cumbre y los que forman la vertiente meridional están muy dislocados y tienen buzamientos variables; se apoyan también sobre la grauvaca con *Orthis Actoniæ* que rodea la colina.

La tectónica de esta interesante colina se explica satisfactoriamente suponiendo que se trata de un pliegue anticlinal echado, con pequeños sinclinales que se indican por la presencia en diversos parajes de las pizarras con *Graptolitos*.

Es posible que este anticlinal se relacione con el gran anticlinal del Tibidabo. Sin embargo, está situado un poco más al NE. La caliza amigdaloide, que en otro tiempo se extendía por la cordillera, contribuyendo con el trías á la constitución del gran anticlinal litoral, ha desaparecido casi completamente, no quedando más que pequeños retazos de ella sobre las dos vertientes. En la del litoral se encuentra uno que forma por el E. el cerro de Mongat, por el centro el serrijón de Vallcarca y por el O. el de Brugués. Sobre la vertiente opuesta se observa un isleo en Coll Blanc; otro en el centro de la cordillera por encima de Valvidrera; otro entre la Torre Negra y San Cugat; al O. se encuentran los de la montaña de Santa Creu de Olorda, formando uno de ellos, del siluriano superior, la cumbre, y el otro, sobre la vertiente SO., está asociado á una manchita carbonífera (grauvaca del Culm); y, por último, los isleos de San Bartomeu de la Cuadra y de Papiol.

En este conjunto de manchas de calizas paleozóicas hay que ver necesariamente los restos de un anticlinal denudado.

Desde la cumbre del pico de Moncada se desarrolla un vasto pa-

(1) Barrois, *In litteris*.

norama: al O. el llano del Vallés, débilmente ondulado, cubierto de aluviones del Pontiense, y el Panadés; más allá, hacia el N., la sierra eocena de Montserrat, San Llorens del Munt y la escarpa de Berti; al N., el macizo antiguo del Montseny, y limitando el horizonte la cordillera de los Pirineos con su pico culminante de Puigmal; al E., la cordillera granítica litoral cortada por el río Besós, y más allá el Mediterráneo; al S., el llano de Barcelona cubierto por el Cuaternario, el Monljuich y la sierra paleozóica del Tibidabo de que forma parte el punto de observación.

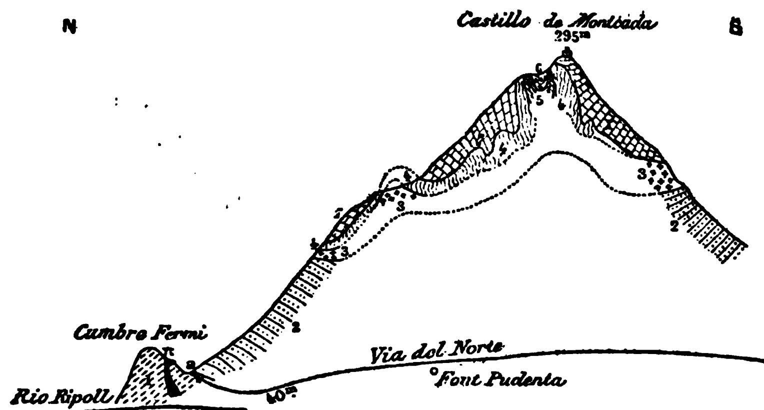


Fig. 13.—Corte de la vertiente N. de la colina de Moncada.

Escala: longitud, $^1/_{1000}$; alturas libres.

1, filadios maclíferos; 2, filadios satinados; 3, grauvaca silícea (Siluriano inferior); 4, filadios con *Graptolitos;* 5, pizarra con *Leptæna corrugata;* 6, caliza azul con *Orthoceras;* 7, caliza amigdaloide y dolomítica con encrinos; π, filón de pórfido cuarcífero; *a*, estación del camino del Norte.

Al bajar en dirección al pueblo, se vuelven á cortar las capas siguientes: después de las pizarras blancas con *Graptolitos* y la caliza amigdaloide que las cubre, se encuentran las pizarras blancas alternando con otras rojas ferruginosas; siguen luego las hiladas superiores de la grauvaca (nivel de Caradoc) que forman una pequeña grada por efecto de la faja de caliza amigdaloide que está debajo. Diez metros más abajo encontramos otra faja de caliza amigdaloide de 30 metros de ancho, de poco espesor, y constituída por bancos dislocados. Se apoya, en discordancia, sobre las pizarras ferruginosas con

filones de hematites, intercalada en las pizarras blancas con *Graptolitos*. Este conjunto cubre á la grauvaca silíceo-pizarreña que buza también hacia el S. ó el SO. Debajo se encuentran las pizarras con sericita (Cambriano?) de más de 60 metros de espesor, atravesadas por filones de pórfido cuarcífero, buzando siempre al S. A las pizarras con sericita siguen las pizarras maclíferas del collado y cerro de Fermi, en discordancia con las primeras.

Los asomos de la caliza amigdaloide con *Encrinus* y de las pizarras con *Graptolitos* á diversos niveles, sobre todo en la abrupta vertiente oriental, donde se ve la caliza acuñada entre los pliegues de las pizarras con *Graptolitos*, ponen de manifiesto la existencia de numerosos pliegues en estas rocas. En esta vertiente, los bancos de caliza amigdaloide, muy dislocados, descienden hasta el tercio inferior de la colina, descansando ya sobre la grauvaca, ya sobre las pizarras con *Graptolitos*, según el nivel á que llegan.

En la trinchera del camino de San Juan de las Abadesas se observan las pizarras con sericita, plegadas, buzando fuertemente hacia el N., y atravesadas por filones de cuarzo blanco y de pórfido cuarcífero, alterado, amarillento. Esta roca está compuesta por ortosa, mica blanca, clorita y algo de cuarzo; se ven también fragmentos de pizarra empastados en la roca.

En resumen, en la sierra de Moncada hemos encontrado las formaciones siguientes (fig. 11, pág. 51): el Cambriano, representado por pizarras maclíferas y pizarras con sericita; el Ordoviciense, por la grauvaca con *Orthis* y *Cystideos;* el Gothlandiense con sus pizarras blancas con *Graptolitos*, y el Devoniano representado por tres tramos: pizarras amarillentas ó violadas con *Leptæna corrugata*, calizas azules con *Tentaculites* y calizas amigdaloides con *Encrinus*.

Bajando á Sardanyola por el lado del O. de la sierra de Moncada, cerca de la quinta Oller, existió antes una gruta que ya ha desaparecido por efecto de la explotación de la caliza amigdaloide, y estaba llena de limo y toba cuaternaria brechífera que contenían fragmentos de huesos, habiéndose encontrado, entre otros, media mandíbula de *Ursus spæleus*, Blum.; entre el limo se halló una valva de *Pectunculus glycimeris*, Lin.

La estación y el pueblo de Sardanyola están edificados sobre los limos con nódulos del Cuaternario que cubren casi todo el llano del Vallés.

Después de atravesar el barranco Riusec, cerca de la estación, y dirigiéndose al SO., se llega á la torre ó quinta de Giralt. Al hacer

un pozo en esta finca se sacaron margas arenosas del nivel marino más alto del Mioceno, que contenían *Cerithium pictum*, Bast., en abundancia, y además *Nassa Schönni*, H. y Au.; *Turritella gradata*, Menke, etc. Desgraciadamente para nosotros, las margas se habían mezclado á la tierra superficial, y no se pudieron encontrar más que algunos ejemplares malos de *Cerithium* y *Turritella*. Estas margas están cubiertas por el Pontiense, y éste, á su vez, por el Cuaternario; ocupan el mismo nivel estratigráfico y contienen la misma fauna que las capas de Hortons (Gélida) y de San Pau de Ordal: corresponden, pues, al Sarmatiense; pero no obstante, no se ha encontrado en ellas la *Mactra podolica*. Por lo demás, tienen muy poco espesor en este sitio.

Muy cerca de esta quinta se observa un banco con *Ostrea crassissima* y *O. gingensis* por encima de las capas con *Cerithium*, que indica la proximidad de la costa sarmática; este banco descansa sobre las pizarras paleozóicas de la vertiente N. de la cordillera del Tibidabo. Si desde este punto nos dirigimos hacia el arroyo de San Cugat que sigue el flanco NO. de la cadena paleozóica y la separa de los depósitos terciarios, en la mitad de la cuesta se encuentra un banco de caliza grosera arenosa, que corresponde al nivel margoso de la quinta Girall, cuajado de jacillas de *Cerithium pictum*. Un poco más abajo se ve un depósito calizo brechiforme llamado cantera de Canaletas, formado á expensas de las pizarras y cuarzos blancos paleozóicos. Se apoya también sobre las pizarras paleozóicas que forman una pequeña eminencia semejante á la que contiene el banco con *Ostrea crassissima*. La caliza brechiforme no contiene *Cerithium pictum* ó por lo menos se encontrará muy excepcionalmente.

En las capas margo-arenosas y en la caliza grosera arenosa con *C. pictum*, se encuentran las especies siguientes:

Nassa præ-Hörnesi, Hörn. y Auing.
Cerithium lignitarum, Eichw.
— *inconstans*, Bast.
— *mutabile* Gratel, var.
Bittrium sp.
Turritella terebralis, Bast.
— *cathedralis*, Brong. (solamente en la caliza).
Neritina concava, Férussac, var.
Ostrea digitalina, Dubois.
— *fimbriata*, Gratel.

Anomia ephippium, Lin.
— *costata*, Brocchi.
Arca lactea, Lin.
— *diluvii*, Lamk., var.
Cytherea sp.
Tellina sp.
Corbula gibba, Olivi.
— *revoluta*, Cocconi, etc.

Algunas de estas especies se encuentran en el depósito brechiforme inferior; además, se encuentran al estado de moldes casi siempre las siguientes:

Fusus sp.
Conus sp.
— *Dujardini*, Hörn. (*canaliculatus* auct).
Turritella turris, Bast.
Cerithium sp.
Ostrea gingensis, Schlotheim.
— *crassissima*, Lamk.
Anomia costata, Brocchi.
Pecten galloprovincialis, Matheron.
Lithodomus lithophagus, Lin.
Pectunculus sp.
Arca sp.
Lucina catalaunica, Almera y Bofill.
Cardium Darwini, Mayer.
Cytherea sp.
Tellina planata, Lin.
— *lacunosa*, Chemn., var.
Lutraria oblonga, Lamk., etc.

Esta fauna nos indica que el mar tortoniense en un principio, y después el mar sarmático, han penetrado entre esas dos eminencias paleozóicas formando un pequeño golfo. La abundancia de *C. pictum* y los sedimentos margo-arenosos indican claramente la facies de estuario en la época sarmática, de la misma manera que las brechas con su fauna acusan la proximidad de la costa en la época tortoniense.
El mar helvético termina á un quilómetro al O. de este sitio: en

los sedimentos arenosos de esta época se encuentran, entre otras especies, *Amphiope bioculata* y *Pecten Fuchsi*.

Regresando desde este paraje á la estación, se encuentra un montículo formado por sedimentos del Pontiense continental con *Hipparium gracile* y *Mastodon longirostris*. Este tramo ocupa casi toda la superficie de la cuenca del Vallés y del Panadés: está constituído por limos que alternan con lechos de guijarros que van predominando á medida que se avanza hacia el N., y al propio tiempo las arenas silíceas reemplazan á los limos. En la región media del valle su espesor pasa de 300 metros; forma colinas denudadas en todos sentidos, cuya altitud pasa á veces de 250 metros, dando al país un aspecto especial.

Como puede observarse, estos depósitos son semejantes á los del mioceno superior de la cuenca del Ródano.

El origen del valle de que se trata debe atribuirse á un hundimiento anti-mioceno que permitió el paso del mar por el Panadés al O. Las aguas marinas invadieron toda la cuenca del Panadés-Vallés, costeando el pie de la cordillera litoral actual que no estaba aún cortada por el Besós y el Llobregat; más tarde se verificó la quiebra que obligó á desembocar en el Mediterráneo á esos dos ríos.

Como prueba de que el mar tortoniense se extendía más al N. en el Vallés, basta observar los depósitos marinos situados sobre la otra orilla del Ripoll, en el caserío de Mas Rampinyo, más allá de Moncada. En efecto: en la trinchera del ferrocarril de San Juan de las Abadesas, cerca de la estación y bajo las guijarreras del *Pontiense* continental, se presentan arcillas de agua salobre correspondientes al sarmático, que representan un depósito litoral fosilífero. En la parte superior las arcillas son margosas y contienen las conchas marinas é impresiones vegetales siguientes:

1.°—Conchas marinas.

Ostrea sp.
Anomia ephippium, Lin.
Nassa sp.
Natica sp.
Arca diluvii, Lamk., var.
Lucina miocenica, Michtti.
Mytilus sp. (frecuente).
Nucula sp.

Tellina sp.
Corbula gibba, Olivi.
Psammobia Feroensis, Chemnitz.

2.°—VEGETALES.

Mirica salicina, Unger (común).
Laurus sp.
Cinnamomum Scheuchzeri, Heer.
Sapindus falcifolius, Heer.
Cassia lignitum, Unger.
— *Fischeri*, Heer.
Leguminosites Proserpina, Heer.
— *Undulata*, Heer.
— *strangulata*, Heer.
— *elliptica*, Heer.
Colutea macrophylla, Heer, etc.

Estas capas cubren otro depósito (tortoniense), también litoral, constituído por arenas blancas silíceas y areniscas, que aparecen muy manifiestas en la pequeña trinchera abierta 100 metros más allá de la estación. Contienen:

Turritella (Proto-cathedralis), Brgt.
Conus sp. (moldes).
Ostrea sp.
Anomia costata, Broc.
Cytherea sp. (moldes).
Venus sp. (moldes).
Scutella sp.

Por encima de este punto, ó sea hacia el N. y NE., los depósitos marinos desaparecen bajo los aluviones pónticos que se apoyan sobre el borde de la cordillera litoral por el lado del SE., y sobre el de la cordillera central por el NO. El Pontiense alcanza allí gran espesor, y es de facies torrencial, sobre todo al pie de la cordillera central.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

VII

Á GRACIA Y EL COLL (HORTA), Y AL TIBIDABO Y ESPLUGAS

Con el propósito de visitar el terreno paleozóico y el plioceno de los alrededores de Barcelona, fuimos á Gracia, y en dirección al N. atravesamos las calles de este barrio, edificado sobre travertino cuaternario que se apoya sobre el plioceno marino, como lo demuestran las arenas amarillentas y las arcillas azules que se han cortado en las perforaciones de los pozos. Estos dos tramos son fosilíferos; pero las arcillas areníferas del Plaisanciense lo son en mayor grado que las arenas amarillentas astienses.

Estos depósitos pliocenos se apoyan en profundidad, ya en las pizarras, ya en el granito descompuesto, sobre el cual se eleva el pequeño contrafuerte de Vallcarca. El granito se presenta á 400 metros al N. de Gracia, donde debió formar las escarpas del mar plioceno, puesto que los depósitos inmediatos á ella contienen en abundancia fragmentos de esta roca.

Después de los trabajos de Pratt, de Verneuil y Collomb, M. Vézian [1], hizo un detenido estudio de este contrafuerte paleozóico, y más tarde M. Carez [2] y los Sres. Maureta y Thos [3] se han ocupado también del asunto.

Atravesando el barrio, pudimos observar en las trincheras abiertas en una pequeña colina para la apertura de nuevas calles, la roca de que se compone el contrafuerte en cuestión: es la grauvaca del Culm, de facies litoral, compuesta de una especie de toba gris obscura con pequeños guijos cuarzosos, atravesada por venillas calizas y silíceas en todas direcciones. Ordinariamente está endurecida y presenta el aspecto de la arenisca.

Este depósito rodea casi toda la parte caliza del contrafuerte, la

(1) *Du terrain post-pyrènéen des environs de Barcelone*, págs. 12 y 13.

(2) *Etudes des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, páginas 77 y 78.

(3) *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona*, página 252: *Memorias* de la Comisión del Mapa geológico de España.

toca en unos parajes y descansa sobre ella en otros, como se verá en Vallcarca y en Coll al describir la vertiente opuesta.

Saliendo del barrio por la carretera en construcción que debe conducir á Horta por el collado del Carmelo (Portell del Coll), después de una pequeña zona cuaternaria, hemos encontrado bancos levantados de caliza dolomítica de color pardo, algo astillosa, cruzados en todas direcciones por venillas de óxido de hierro hidratado que dan á la roca estructura pseudo-brechiforme y aspecto semejante á la caliza amigdaloide. Se halla atravesada esta caliza por un filón de pórfido cuarcífero, compuesto de cuarzo, de ortosa y de mica negra clorítica. En una cantera ya abandonada de la orilla del camino, parece estar cubierta por la caliza amigdaloide, dura y marmórea, sin indicios de tránsito á dolomía. La caliza contiene tallos de encrinos espatizados y cristales de pirita de hierro. En todos los parajes donde se encuentra esta caliza, aparece muy dislocada; pero en la vertiente de que tratamos está plegada y forma un sinclinal dirigido de E. á O. paralelo al contrafuerte, como se ve claramente en la cantera próxima al caserío de Baró.

El sinclinal se acusa también en las pizarras infrapuestas á la caliza. Esta roca se explota para la fabricación de cal, como piedra de construcción y de pavimentos.

Por debajo de las calizas vienen arcillas pizarreñas con mineral de hierro, explotado antiguamente en este sitio, conservándose todavía las galerías. El mineral se encuentra ordinariamente al estado de hidrato de hierro, mezclado en gran proporción con arcilla ferruginosa. La superficie de los trozos de mineral y el interior de las geodas están cubiertos de ocre rojo ó amarillo, de pequeños cristales de carbonato de cal ó de dolomía, y de hematites parda en capas delgadas y fibrosas.

La hematites y la arcilla ferruginosa acompañan siempre, como se ve en Moncada, y como veremos en otros parajes, ya á la caliza dolomítica, ya á la amigdaloide, y se encuentran constantemente intercaladas entre dos rocas completamente discordantes: la caliza por encima, y por debajo pizarras muy dislocadas y extremadamente replegadas. La hilada arcillo-ferruginosa es de color rojizo, violeta, azul ó negruzco, por efecto de la ampelita. El mineral es á veces lo bastante abundante para formar verdaderas masas ampelíticas dentro de las capas pizarreñas.

Estas capas pertenecen al nivel con *Graptolitos* que hemos visto

en Moncada, y que encontramos más arriba con los mismos caracteres y también con *Graptolitos.*

Por debajo de estas capas, como ya hemos visto en la misma carretera y en la vertiente S.-SO. del contrafuerte, se encuentra la grauvaca del Siluriano inferior *(Ordoviciense)* formada por capas pizarreñas, arcillosas ó arenosas, ferruginosas, de color violeta, agrisado ó amarillento, levantadas y plegadas. Estas grauvacas ofrecen los mismos caracteres que las del nivel de Caradoc que se encuentran por encima de la Font Pudenta de Moncada. En ciertos niveles, como en Moncada, aparecen cuajadas de moldes y jacillas de *Cistideos* y de *Orthis.* Entre otras especies se encuentran:

Orthis Actoniæ, Sow.
— *calligramma,* Dalm.
— *vespertilio,* Sow.
— *testudinaria,* Dalm.
Strophomena sp.
Echinospherites cf. *balticus,* Eichw.
Tallos de *Cistideos* muy frecuentes.

Los tipos son los mismos que en Moncada.

Por debajo vienen pizarras lustrosas, silíceas, que descansan, como en Moncada, sobre otras cristalinas maclíferas que se muestran bien desarrolladas á poca distancia de este punto, hacia el N. y NE. de esta misma colina.

Al subir por la vertiente de la colina, se ve perfectamente la discordancia entre las capas calizas dolomíticas y las pizarras arcillosas, porque la trinchera del camino y el barranco han puesto al descubierto la superposición directa de la caliza sobre las pizarras silurianas con bancos de dolomía intercalados.

En el collado del Carmelo las pizarras arcillosas silurianas son azules, desprovistas de fósiles y cubiertas en discordancia por los bancos de dolomía brechiforme. Sobre esta dolomía está edificada la ermita de Nuestra Señora del Carmelo, que da su nombre al collado, que antes se denominaba Coll del Portell.

Desde este punto se domina el bonito valle de Horta, constituído al S. por las pizarras silurianas, y más abajo por las pizarras cristalinas, formando los flancos O., N. y E. del contrafuerte Baro-Coll, el granito y las pizarras cristalinas maclíferas. Una gran parte del

valle está cubierta por el limo cuaternario travertinoso que frecuentemente oculta al granito.

Desde Carmelo seguimos la vereda del Coll y Vallcarca que corta primeramente los bancos de dolomia apoyados sobre las pizarras y buzando muy inclinados hacia el valle de Horta. Muy cerca de la ermita del Coll se ve un asomo de pórfido cuarcífero á través de las pizarras silurianas.

Subimos luego á la colina Mora (200 metros) con objeto de examinar las relaciones entre la dolomia y la caliza y las pizarras arcillosas con *Leptæna corrugata* y *Graptolitos*.

En esta vertiente del N. se observa que las dolomias y las calizas amigdaloides tienen muy pequeño espesor, porque las pizarras arcillosas, sobre las que descansan, asoman por muchos puntos. Pasada la caliza, nos encontramos con una zona de pizarras al descubierto en unos 140 metros de recorrido próximamente. De abajo arriba se suceden (fig. 14): las pizarras blancas margosas con *Graptolitos* como en Moncada; por encima, en discordancia, las pizarras, también margosas, abigarradas, con *Leptæna corrugata*, y hacia la cumbre, como en Moncada, bancos de caliza margosa azulada, casi verticales, con *Orthoceras* muy numerosos, *Tentaculites* y *Kralowna*. Los bancos calizos en contacto de las pizarras con *Leptæna*, presentan intercalaciones de pizarras que contienen esta misma especie. Este hecho se observa también en las colinas próximas á la granja Baró del Putxet, así como en el pico de Moncada; en fin, por encima vienen calizas compactas, pardas y dolomíticas.

Estas últimas ocupan toda la cumbre de la colina y están muy dislocadas; pero, al parecer, sus bancos forman una pequeña bóveda, pues buzan por el lado del litoral hacia el SE. y por el opuesto hacia el NO.

Por este lado se encorvan bruscamente para formar el sinclinal del Coll, en el que, como veremos pronto, se encuentra la grauvaca del Culm.

En el otro lado, á 150 metros de distancia, se levantan y forman el cerro de la granja Falcó.

Esta caliza dolomítica descansa, pues, en discordancia de estratificación, ó más bien, transgresivamente, sobre las pizarras fosilíferas del Siluriano superior y del Devoniano inferior. ¿Se trata de un pequeño anticlinal calizo inclinado y cuyo núcleo lo forman pizarras silurianas? ¿Es la cresta de separación entre el sinclinal siluriano, que

hemos reconocido al pie de la escarpa, y el sinclinal carbonífero paralelo á este último que vamos á atravesar?

Antes de llegar á la ermita del Coll encontramos una manchita de Triásico inferior ó arenisca abigarrada, en contacto por una falla con las calizas devonianas dolomíticas. Esta manchita se distingue bien, ya por la abundancia de trozos de cuarzo blanco, ya por el matiz rojo de las areniscas y las arcillas, que la asemejan mucho á los otros depósitos de la base del Trías en esa región.

Esta es la única mancha que ha subsistido en este punto de toda la masa que cubría en otro tiempo la comarca: aún existen jalones, por el lado del E., en Badalona-Montgat, y hacia el O. en el macizo de Begas. Descansa sobre el Culm; en su extremidad N. está edificada la ermita del Coll y en la opuesta la granja de Mora.

Entre las dos brota la fuente que lleva el nombre de Font Rubia, por el matiz rojo del depósito que sedimenta.

Más allá se encuentra la granja Mora, y en un espacio de 200 metros próximamente desde ella hasta el collado de Augirot puede observarse la serie de hiladas que constituyen este contrafuerte, siendo, de abajo arriba, la siguiente (S.-N.) (fig. 14):

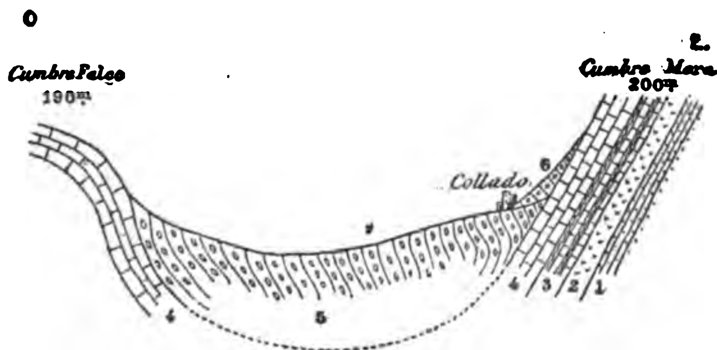


Fig. 14.—Corte desde el cerro Falcó al de Mora: longitud, 150 metros.

6, Trías inferior; 5, grauvaca del Culm; 4, caliza amigdaloide devoniana; 3, caliza azulada con *Orthoceras;* 2, pizarras con *Leptæna corrugata;* 1, pizarras blancas con *Graptolitos.*

1.° Grauvaca arenosa del nivel de Caradoc, con *Orthis Actoniæ*, *Orthis* sp., bien caracterizada por debajo del collado de Augirot (vertiente S.): es continuación de la que se observa más abajo.

2.° Pizarras arcillosas, blanquecinas ó negruzcas, muy plegadas, que buzan 60° hacia el NE., que se vuelven á encontrar más arriba en la vertiente opuesta (fig. 14) y que pueden distribuirse en tres horizontes: *a*) pizarras blancas calizas con *Monograptus Beechi*, Barr.; *M. priodon*, Sow.? (Siluriano superior); *b*) pizarras arcillosas con nódulos calizos ó de arenisca con *Ceratiocaris* y *Monograptus* (Siluriano superior); *c*) pizarras arcillosas pardas, grises ó blanquecinas con *Leptæna corrugata*, Rich.; *Avicula* cf. *migrans*, Barr., etc. (Devoniano).

3.° Caliza azul con *Orthoceras*, *Kralowna* sp., *Tentaculites Geinitzianus*, Rich., etc. (Devoniano).

4.° Caliza amigdaloide y dolomías con buzamientos diversos (Devoniano).

5.° Pizarras brechiformes, arcillosas; calizas con liditas (Carbonífero).

6.° Grauvaca carbonífera, gris, micácea, en lechos fuertemente plegados (Culm).

7.° Pudinga triásica cuarzosa con arenisca arcillosa roja (Trías inferior).

Volviendo hacia el O. y tomando de nuevo junto á la ermita el camino que antes dejamos para subir la colina, después de la dolomía alterada, parda, dispuesta en capas verticales separadas por intercalaciones de lechos delgados tobáceos, vuelve á encontrarse la grauvaca carbonífera que ya vimos en Gracia. Esta grauvaca es pizarreña, arenosa, micácea y de color azul en profundidad. En el contacto con la dolomía se halla muy plegada, como se ve en el Coll, y en capas levantadas.

La relación entre la caliza dolomítica y la grauvaca no se observa con claridad en este paraje; pero cerca de la granja de Morros (350 metros más allá hacia el NO.) aparece la grauvaca manifiestamente sobrepuesta á la caliza, que siempre es más ó menos dolomítica. La misma obscuridad existe, por lo que á esta relación se refiere, entre la grauvaca y la caliza devoniana del cerro Falcó, porque está en contacto por falla con la caliza dolomítica que constituye la parte más elevada de esa colina. Pero en la cantera abierta por encima de la casa de Oliva se observa claramente que los bancos de caliza buzan (fig. 12, 4) hacia el SE. y pasan por debajo de la grauvaca para reunirse, bajo el Coll, con los de la colina Mora. Hay aquí, pues, un sinclinal devoniano, formado por los bancos de caliza amigdaloide, oculta por la grauvaca carbonífera (fig. 12, 5). Esta disposición estratigráfica es análoga á la del valle de Pitrou (Montaigne Noire), aunque en este valle las capas carboníferas no se muestran plegadas, sino encajadas entre dos colinas de caliza devoniana.

Este depósito carbonífero ocupa todo el collado y el fondo de los

barrancos en Horta (lado del NE.) y en Vallcarca (lado del SO.) Junto á la ermita de Lourdes contiene pequeñas guijas de sílice blancas ó negras, cantos de feldespato, de caliza parda, de granito, de pórfido cuarcífero, de pizarras silíceas, constituyendo una pudinga cimentada por una especie de toba arenosa atravesada por venillas de cuarzo y de caliza blanda tobácea. Descendiendo por el camino de Vallcarca trazado sobre esta roca, antes de llegar al fondo del valle, encontramos impresiones de diversas especies de plantas, algunas de las cuales han sido determinadas por el malogrado Marqués de Saporta. Estas son:

Calamites transitionis, Gœpp.
— *tenuissimus*, Gœpp.
Archæopteris lyra, Stur.
— *pachyrachis*, Gœpp.
— *Tchermaki*, Stur.
Archæocalamites radiata, Brong.

La facies de esta formación y las especies vegetales que contiene, prueban de una manera cierta que se trata del Culm. También pudimos reconocer impresiones de tallos de *Lepidodendron*, tipo que acompaña á las especies citadas, características de la primera fase del Carbonífero ó Culm, según M. Grand'Eury.

Más allá volvimos á encontrar la grauvaca con facies de pudinga poligénica en bancos levantados aproximadamente concordantes con las liditas, que se muestran en contacto y limitan la grauvaca en el fondo del barranco de Coll, que hemos rodeado por el lado derecho.

Es de observar que este depósito, merced á las fallas, toca ya á las pizarras silurianas, ya á las calizas devonianas, como acabamos de ver. Su espesor no pasa de 25 metros, y sus capas, muy dislocadas, buzan en todos sentidos con pequeñas inclinaciones.

Esta misma formación que, en el trayecto de Vallcarca-Horta, no se muestra más que bajo la facies litoral, se manifiesta por la parte de Gracia bajo la facies continental ó antracífera, descansando también sobre calizas dolomíticas devonianas. En este sitio brota la fuente llamada Font del Carbó (fuente del carbón) por la presencia de la antracita.

Por lo demás, se ven isleos con la misma facies litoral y la misma constitución en la vertiente N. del anticlinal del Tibidabo, en la Torre

Negra, cerca de San Cugat y hacia la extremidad SO. de la cordillera, por debajo de la granja Rivas, de Santa Creu de Olorda. Las cuarcitas con liditas, extremadamente plegadas, se manifiestan también y están en contacto por falla, ya con las pizarras, ya con las calizas paleozóicas (siluriano-devoniano).

Estos isleos, que subsisten en diferentes puntos de la cordillera, prueban que el Carbonífero, lo mismo que el Triásico, debieron de cubrir toda la comarca, habiendo desaparecido en gran parte por efecto de las denudaciones durante las edades geológicas.

En Vallcarca hemos estudiado los caracteres, el aspecto de las capas y las relaciones del Carbonífero con las calizas que le sirven de base. Las calizas margosas, azules, piritosas, con *Orthoceras* y con *Kralowna (K. Catalaunica*, Barr.; *K. Almeræ*, Barr.), bien manifiestas en una cantera, constituyen bancos muy levantados dirigidos E.-O. con buzamiento hacia el N. Las capas pizarreñas inferiores están cubiertas por las construcciones.

Es de observar que en este paraje, sobre un espacio de 150 metros, en el punto de reunión de los barrancos de Coll y de Vallcarca, el carbonífero ha desaparecido por denudación, y no se ven más que calizas y dolomías levantadas con pizarras intercaladas que ocupan el fondo del valle de Vallcarca, mientras que la grauvaca carbonífera continúa hacia el NE. llenando el sinclinal del Coll, hacia el SO. constituyendo el flanco SO. y la base del Putxet.

Este es, pues, sitio á propósito para darse cuenta de la constitución del grupo paleozóico infra-carbonífero, de la composición de las capas, de su marcha y de sus relaciones mutuas. La estratigrafía es sin duda complicada á causa de los numerosos pliegues que afectan estas capas y de la falta de fósiles característicos, puesto que los *Kralowna*, únicos encontrados hasta ahora, no bastan para fijar la edad, por existir también este tipo, según Barrande *(in litteris)*, en el Siluriano y el Devoniano.

Sin embargo, después de haber observado y discutido mucho, se ha reconocido que este grupo presenta gran semejanza, por su facies, con el Devoniano de la Montagne Noire (Hérault) y del Hartz. Por otra parte, como hemos indicado anteriormente, estas capas contienen también *Tentaculites Geinitzianus*, y entre ellas están intercaladas las pizarras con *Leptæna corrugata*, atribuídas, como es sabido, al Devoniano inferior.

He aquí la serie de capas que se encuentran á partir del fondo del

barranco del Coll, y subiendo el barranco de Vallcarca, hasta la cumbre del Tibidabo (Collcerda) (fig. 15):

1—Dolomía parda, ferruginosa, en bancos levantados, dirigidos próximamente E.-O. y buzando hacia el S.

2—Filadios arcillosos, ferruginosos, pardos, en capas levantadas, que tienen cierta analogía con los del siluriano. Están intercalados en las calizas arcillosas y dolomíticas, azuladas, con venillas travertinosas.

3—Caliza arcillosa con *Orthoceras* y *Kralowna* en bancos levantados, casi verticales, con buzamiento algo marcado al N.

4—Filadios arcillosos con intercalaciones de lechos de dolomía parda, ferruginosa, y rara vez de cuarcita, casi verticales, semejantes á las del siluriano inferior (Ordoviciense) que entran en la constitución de la cordillera.

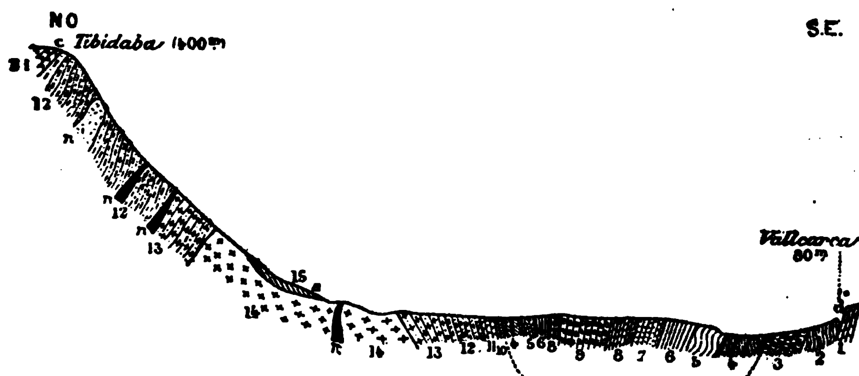


Fig. 15.—Corte de Vallcarca á la cumbre del Tibidabo: escala, $^1/_{30000}$.
π, pórfido; 14, granito; 15, limo cuaternario; *a*, carretera.

5—Liditas negras, violetas ó rojas, en lechos levantados y plegados, que buzan ligeramente al N. y dirigidos de E. á O.

6—Filadios gris-verdosos, arcillosos con manchas amarillas y lechos de dolomía ferruginosa.

7—Filadios arcillosos, rojizos (1), con *Phillipsia* sp.; *Encrinos; Fucoides subantiquus?*, Schimper.

8—Pizarras y grauvacas verticales que buzan en el mismo sentido.

9—Grauvaca que pasa á pudinga en lechos verticales con cantos de cuarzo, lidita, levantados y buzando ligeramente hacia el S.

(1) A esta hilada es necesario referir las pizarras purpúreas con *Encrinos* de la vertiente S. del Putxet y de la colina próxima de Monterioles, que yo había atribuído al siluriano. (*Crón. Científica*, tomo XIV, pág. 463: 1891.)

10—Pizarras y grauvacas grises concordando con la precedente (capas del 8 que vuelven á manifestarse).
11—Filadios gris-verdosos (vuelta del 6, pero menos gruesos).
12—Liditas muy plegadas, buzando al S. (continuación del núm. 5).
13—Bancos de dolomía parda ferruginosa con pizarras intercaladas con buzamiento al S. (núm. 4).
14—Pizarras arcillosas, gris-blanquecinas, con filoncillos de pirita de hierro y de cobre y de óxido de hierro. Estas pizarras están plegadas, son brechiformes, y concuerdan aproximadamente con las capas precedentes, correspondiendo á los números 10 y 11 del corte.
15—Pizarras negras metamorfoseadas, moteadas, con buzamiento mayor al S. Las primeras tienen cuarzo en partículas carbonosas en abundancia. Pasan á pizarras menos negras, cuyas maclas son más perceptibles y más numerosas, y éstas, á su vez, á otras más ferruginosas con maclas más grandes (núm. 12).
16—Pizarras cristalinas, silíceas, maclíferas, micáceas, que buzan siempre al S. (núm. 13).

Después del granito (núm. 14 de la fig. 15) que forma el núcleo del gran anticlinal de la cordillera del Tibidabo, vuelven á aparecer las últimas capas pizarreñas. Las primeras faltan, habiendo desaparecido sin duda por los derrubios.

La serie se presenta claramente en el barranco de Vallcarca; pero hay que separarse algo del camino para ver su continuación después de las cuarcitas, y, sobre todo, las relaciones entre estas últimas y los filadios con *Phillipsia* que les suceden, ocultos en el camino por los limos cuaternarios.

Resulta, pues, que desde el barranco del Coll á la base del Tibidabo se atraviesa un sinclinal carbonífero: el sinclinal del Coll.

Antes de continuar, nos encaminamos á la colina Falcó, formada por la caliza amigdaloide ó dolomítica, llena de *Orthoceras*, desgraciadamente indeterminables. La presencia de ese tipo hace pensar que debe ser atribuída al Devoniano, como la de la colina Mora, visitada anteriormente.

Los limos cuaternarios no permiten observar las relaciones del Culm con esas calizas: parece, sin embargo, que éstas se superponen al Culm; pero si se examinan con cuidado las pequeñas trincheras que las ponen al descubierto, se ve claramente á las liditas de la base del Culm en contacto con la caliza, y en los parajes donde faltan, las capas de grauvaca tocan á las mismas calizas, como se comprobó ya anteriormente cerca de la ermita de Lourdes.

Según lo que acabamos de exponer, se ve la analogía entre la cons-

titución de este contrafuerte paleozóico y el de la Montagne Noire, sobre todo en lo que se refiere al Carbonífero [1].

En la región que nos ocupa, la serie termina por areniscas con restos vegetales y pizarras purpúreas, mientras que en la Montagne Noire hay, por debajo de las pizarras, una caliza con *Productus* perteneciente al nivel de la caliza de Visé.

La plegadura de las capas ha debido verificarse después del Carbonífero y aun después del Triásico, puesto que las capas de estos dos terrenos han sido afectadas por el plegamiento en cuestión.

Las calizas devonianas, dolomíticas ó no, debieron estar sobrepuestas y cubrir uniformemente á las pizarras silurianas, y á su vez sirvieron de apoyo y estuvieron cubiertas por las capas antracíferas, y aun quizás por depósitos hulleros arrastrados después por las denudaciones.

La altitud que debía alcanzar este conjunto de capas debía ser mucho mayor que en la actualidad, y su conjunto se apoyaba contra la vertiente litoral de la cordillera del Tibidabo. En efecto: no cabe duda de que el conjunto de este contrafuerte y el macizo del Tibidabo, anteriormente confundidos en uno solo, fueron levantados y sus capas dislocadas por consecuencia del movimiento orogénico.

Por otra parte, es probable que á este movimiento de emersión del gran anticlinal, cuyo núcleo es el granito, han sucedido hundimientos y plegaduras cuyo resultado ha sido disminuir por una parte la altura de ese pequeño contrafuerte, y por otra plegar y poner en contacto anormal las capas pizarreñas, arenosas y calizas del Siluriano, del Devoniano, del Carbonífero y del Trías.

Por efecto también de esta acción dinámica se ha producido la gran falla costera y otras menos importantes del Siluriano, del Devoniano y del Carbonífero de Vallcarca y de otros puntos.

Prosiguiendo el camino por el barranco de Vallcarca, y atravesando la serie paleozóica que se representa en el corte (fig. 15), al llegar al granito que ocupa el eje del anticlinal del Tibidabo, se ve una caliza metamorfoseada y con minerales, en contacto con un filón de pórfido cuarcífero; con dificultad se distinguen estas dos rocas: probablemente representa el Cambriano calizo, metamorfoseado y absorbido por el granito durante su erupción. Esta caliza puede ser

(1) Bergeron, *Etude géol. du massif ancienne de la Montagne Noire*, páginas 184 y siguientes.

referida al Georgiense (Annelidiense), mientras que las pizarras macliferas micáceas, que constituyen la aureola interior metamórfica, representan el resto del Cambriano; y la masa de las pizarras superiores menos metamorfoseadas que constituyen la aureola exterior, el Siluriano más inferior, en el que hasta el presente no se han encontrado fósiles.

El granito de esta localidad está generalmente descompuesto y no manifiesta particularidad alguna respecto á su composición. Se ha observado también que está atravesado por numerosas venillas de caliza muy porosa, por filones de granulita y de microgranulita, y, en fin, por pórfidos con cristales de cuarzo bipiramidado y cloritoso.

Desde este paraje nos dirigimos al pueblo de la Bonanova por el camino que rodea á Barcelona, trazado en el limo cuaternario que cubre al granito.

Este depósito diluvial travertinoso (fig. 15, núm. 15) alcanza en algunos puntos 40 metros de espesor. En Bonanova abandonamos el camino, y volviendo á la derecha comenzamos la ascensión al Tibidabo por el camino de Belén, que sigue la vertiente meridional de la montaña.

Después de haber atravesado el limo cuaternario, que se va haciendo travertinoso y brechiforme á medida que se aproxima al pie de la montaña, encontramos nuevamente el granito descompuesto en el límite de la llanura.

En este trayecto se cruza un filón de pórfido duro con magma felsítico y manchas verdes de clorita. Al microscopio se distinguen cristales de cuarzo, de ortosa y de mica negra cloritosa. Este filón se extiende casi sobre un quilómetro de longitud, y su dirección es paralela á la línea de la falla.

Después de una manchita de pizarras cristalinas, micáceas, metamorfoseadas, pertenecientes á la aureola interior, encontramos el granito normal en contacto con un filón de pegmatita gráfica de 50 á 60 centímetros de espesor.

Por encima de ese asomo de granito nos encontramos en la base del techo de la falla, de manera que las pizarras cristalinas macliferas micáceas forman la primera zona de la aureola interior de rocas metamorfoseadas por el granito (15 metros de espesor). Más allá se corta todavía el granito descompuesto con abundantes prismas exagonales de mica negra; después viene la primera masa de pizarras cristalinas, macliferas, micáceas, alteradas por acciones secun-

darias. Estas pizarras buzan hacia el centro de la montaña, según un ángulo variable de 10 á 45°.

En estas pizarras se encuentran, como veremos después en Pedralbes, hermosos cristales de andalucita. Aquí las acciones secundarias han determinado la epigénesis de la andalucita en damourita (Barrois, *in litteris*).

Más allá de las pizarras cristalinas atravesadas por filones de pegmatita típica con cristales de turmulina, se manifiesta un gran manchón lenticular de pizarras anfibólicas, augíticas y de anfibolita cuprífera y granatífera: atravesamos estas pizarras, siguiendo el fondo del barranco de Belén. Esta mancha está intercalada en la masa de pizarras cristalinas maclíferas; las capas, muy plegadas, están formadas por lechos delgados blanquecinos, negros, verdosos alternantes, de cuarzo en pequeños fragmentos, de augita, de anfibol, clorita y de óxido de hierro. En la parte superior sobre todo son granatíferas, mientras que son cupríferas en el nivel inferior. La zona granatífera se encuentra á la derecha del camino, al E. de la casita de Belén, en la cumbre del cerro de La-Castañé.

Estas pizarras maclíferas representan, tal vez, el terreno cambriano.

Más allá, y al pie de la vertiente en que se halla la casita de Belén, encontramos uno de los numerosos filones de pórfido cuarcífero que cruzan el macizo paleozóico, sobre todo por el lado del litoral. El pórfido cuarcífero de color rojizo ó verdoso atraviesa las pizarras maclíferas con gruesas maclas. Sus elementos son los siguientes: magma micro-cristalino con cristales gruesos de cuarzo, de ortosa muy alterada, de mica blanca y negra, de clorita, óxido de hierro y apatita. Los cristales de cuarzo están corroídos y penetrados con frecuencia por el magma, según el Sr. Adán de Yarza.

Vamos ahora á tratar de la aureola exterior de metamorfismo, compuesta por pizarras que se distinguen de las precedentes porque son menos micáceas y muestran pequeños prismas de chiastolita con núcleos obscuros carbonosos de estaurótida, de granates, de clorita y de magnetita. Estas pizarras llegan hasta la cumbre del Tibidabo y son menos metamórficas cuanto más se alejan del granito. Más allá de la cresta se las ve pasar á pizarras nodulares, á las que no ha alcanzado la acción metamórfica del granito.

De la Casita (335 metros), en lugar de subir á lo alto del Tibidabo (518 metros), fuimos directamente al hotel Panorama, en el

collado de Vallvidrera, que se encuentra á un quilómetro de aquel lugar y próximamente á su mismo nivel (343 metros). El camino que conduce del collado de Vallvidrera á la cumbre del Tibidabo está siempre sobre pizarras maclíferas. Un poco más abajo del camino, sobre la vertiente S. de la eminencia del Mont, estas pizarras están atravesadas por una erupción de diorita, compuesta de anfíbol muy alterado y transformado en clorita y productos ferruginosos de oligoclasa y de apatita; sobre el mismo camino, cerca del collado, se las ve atravesadas por una erupción de diabasa cuarcífera, visible en la trinchera. Está compuesta de los elementos siguientes: augita abundante, oligoclasa, ortosa, apatita, magnetita é ilmenita; la textura es pizarreña.

En el mismo collado, las pizarras satinadas están cortadas también por un filón de pórfido cuarcífero, blanquecino, con magma microcristalino, con cristales de ortosa gruesos, cuarzo bipiramidado y limonita.

Desde la terraza del hotel se descubre un hermoso panorama de mucha extensión y muy variado: al SE. se ven los barrios de San Gervasio y de Sarriá; más allá, en la misma dirección, todo el llano ocupado por los de San Martín, Gracia y Villanueva (ensanche); más lejos, el mar, el puerto, la colina tortoniense de Montjuich con su castillo y toda la ciudad de Barcelona; en el horizonte, las islas Baleares, que se descubren perfectamente en tiempo despejado; á la derecha (S. y SO.), el fértil delta del Llobregat; á la izquierda, al E., el delta del Besós; después la continuación de la cordillera del Tibidabo, que pasa á granítica; el promontorio triásico y paleozóico de Montgat y el litoral del mar, las villas de Badalona, Montgat, Masnou, Premiá y Vilasar, edificadas en la orilla del mar.

Pero la extensión del panorama aumenta todavía desde la cumbre del Tibidabo y se distingue perfectamente, no sólo la parte del litoral que hemos descrito, sino también una gran extensión del interior de la provincia.

Al N. se observa la continuación de la cordillera pizarreña con el pico siluriano-devoniano de Moncada en un extremo; más allá el llano aluvial pontiense del Vallés, y más lejos el macizo granítico y paleozóico del Montseny, y los Pirineos en el horizonte; al NO., bajo nuestros pies, podemos apreciar el enorme espesor visible del macizo paleozóico, abarrancado en todos sentidos, y cuyas capas conservan siempre el mismo buzamiento en una extensión de más de

10 quilómetros, hallándose Papiol á un extremo; más adelante la continuación del llano pontiense del Vallés con la ciudad de Sabadell en medio, y más lejos aún una parte de la cordillera central de Cataluña, paleozóica, triásica y numulítica, que se extiende desde el Montseny á Montserrat, con el pico de San Llorens del Munt en medio; al O., el llano pontiense del Panadés, continuación del de el Vallés; después la cordillera baja paleozóica y triásica de Capellades, que la separa del Numulítico de Igualada, y, en fin, al SO. la continuación de la cordillera en que nos encontramos con el pico siluriano de Santa Creu de Olorda con *Cardiola interrupta* cortada en su extremo por el Llobregat, y del otro lado de este río el macizo paleozóico, triásico y cretáceo de San Boy, Begas y las primeras colinas de las vertientes de Garraf.

En el collado de Vallvidrera volvimos por la carretera; atravesamos las pizarras maclíferas, buzando siempre hacia el N., y cruzadas de filones porfídicos, hasta la entrada del barrio de Sarriá, edificado en el flanco de la cadena, sobre el limo cuaternario con travertinos que oculta el granito. En seguida nos dirigimos á Esplugas por el caserío de Pedralbes.

En este punto encontramos el granito típico, duro, que se explota para los pavimentos de Barcelona, el cual está atravesado por filones de porfirita y granulita con chalcopirita.

Más allá vimos las pizarras cristalinas negras, de las que ya hemos hablado, con numerosos y muy bonitos cristales de andalucita en agujas y granos de cuarzo gruesos.

Marchando hacia el SE. y atravesando el collado de Finistrellas, llegamos al antiguo litoral plioceno del barranco Pujal de Esplugas, cuyos depósitos son continuación de los que hemos visitado el primer día en el barrio de Sans.

Con el fin de ganar tiempo, dejamos á un lado el contacto del granito con los depósitos litorales constituidos á expensas del granito, especie de arcosa que se ve en la parte de arriba del barranco. Aguas abajo, en la orilla izquierda, al lado de Torre Marina, vimos un depósito completamente litoral de Ostiense medio, de composición bien diferente del que se ha visto en Sans, puesto que aquí los elementos son gruesos, mientras que en Sans son, por el contrario, muy finos; aquí observamos la base costera, que es arenosa; allá abajo es margosa, porque el nivel es más elevado y la costa estaba más lejos.

Las capas en este barranco buzan todas hacia el S. Véase el corte levantado de abajo arriba (fig. 16):

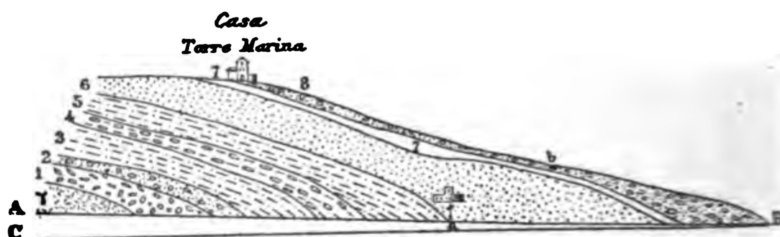


Fig. 16.—Corte de la ladera izquierda del barranco Pujal de Esplugas (Astiense): longitud, 250 metros.

a—Máquina para elevar las aguas.
b—Carretera del Estado.
γ—Granito descompuesto.
1—Granito descompuesto y consolidado en una especie de arcosa dura = 4 metros.
2—Capa delgada inferior de brechas y de guijas, la mayor parte cuarzosas, procedentes de los arrastres de las pizarras cristalinas = 0m,20.
3—Banco de grava y de arenas gruesas cuarzosas grises, con restos de fósiles marinos litorales, formado á expensas del granito que está próximo = 3 metros.
4—Brecha superior y guijarros de granito, de pórfido, de pizarras cristalinas y de cuarzo con *Ostrea* y *Pecten* adherentes, restos é impresiones de fósiles marinos. El conjunto está cimentado por una pasta caliza = 2 metros.
5—Arena gruesa con restos de fósiles marinos, litorales, más ó menos fuertemente cimentados, con profusión de moldes de moluscos, gasterópodos, lamelibranquios, braquiópodos y políperos (*Flavellum*). Las ostreas (*O. Companyoi*) y anomia (*A. ephippium*), y sobre todo los pecten (*P. scabrellus*, *P. Bollenensis*, *P. pusio*, *P. pesfelis*, *P. Restitutensis*), janira (*J. Stassanensis*, *J. Benedicta*), son abundantes y con su concha = 2m,50.
6—Arenas arcillosas amarillentas, limosas, sin fósiles. Este es el nivel superior del Plioceno medio ó Astiense. A un quilómetro, en Las Corts de Sarriá, al perforar un pozo, se ha encontrado en esta misma capa un molar de *Mastodon* = 15 metros.
7—Depósito completamente litoral margo-arenoso, con nódulos de caliza más clara, con *Lithothamnium* = 0m,75.
8—Manto de limo cuaternario con nódulos travertinosos = 0m,60 — 2 metros.

En este barranco no se ven las arcillas azules plesancienses que se muestran en el profundo barranco próximo á Esplugas. No tuvi-

tnos tiempo de visitarlo; pero después veremos este horizonte perfectamente caracterizado en el Papiol, puesto que el mar plioceno subió por el valle del Llobregat más allá de esta ciudad (fig. 17).

Fig. 17.—Límites del mar plioceno en los alrededores de Barcelona y en la cuenca del Llobregat: escala, $^1/_{200000}$.

Sin embargo, el Plesanciense podría quizás estar representado aquí por las capas de arcosa y los depósitos brechiformes inferiores. Estos son sincrónicos de las brechas y de los guijarros de facies torrencial del barranco próximo de la Albareda y de otros barrancos laterales que desembocan en el Llobregat, y en los cuales, así como en los de la Tet y de la Tech (Rosellón), se encuentra la fauna de las arcillas azules. En efecto: en las brechas y en los guijarros an-

tiguos del barranco Albareda se ven, como en los barrancos del Rosellón, *Poliperos*, *Ostrea*, *Pecten*, etc., que han vivido allí, y donde la arcilla azul, que forma la base de la hilada de las margas azules, abundantes en moluscos litorales, penetra en las capas de estos guijarros, muy inclinadas hacia el río y groseramente cimentadas. En este caso es evidente que el horizonte de los guijarros de la Albareda no estaría representado aquí más que por las capas delgadas, reposando directamente sobre el substratum general de la comarca, mientras que el horizonte de las margas azules fosilíferas debe encontrarse á mayor profundidad y más lejos de la costa. Por consiguiente, en esta orilla no encontramos más que el Astiense medio marino correspondiente (*partim*) á las hiladas de las arcillas arenosas grises y de las arenas grises con *Pecten scabrellus* de Millas. La zona de las arcillas arenosas y grises está representada por un depósito de arenas margosas algo consolidadas y más groseras, caracterizadas por la presencia de *Cerithium varicosum*, *Bittium reticulatum*, var. *paludosum*, que falta en el horizonte de las margas azules, y por la ausencia de *Venus islandicoides*, muy frecuentes en éstas; el horizonte de las arenas grises con *Pecten scabrellus* está caracterizado por su facies más grosera y por la misma especie de *Pecten*. Por lo demás, la mayor parte de las especies son comunes á los dos niveles de margas azules y de arenas amarillentas finas.

Este horizonte con *Pecten* está cubierto en el barranco de Esplugas por una capa de arenas finas, arcillosas, amarillas, que se explota para la fabricación de ladrillo, caracterizada por la abundancia de impresiones vegetales, y que se encuentra acompañada por equinoides (moldes), políperos, moluscos y crustáceos. Al parecer, el nivel inferior de la capa limosa, desprovisto de fósiles, que aparece en el barranco Pujal, corresponde al horizonte con vegetales del barranco de Esplugas.

He aquí la lista de las especies animales y vegetales encontradas en las capas del plioceno medio:

ANIMALES

Moluscos.

Strombus coronatus, Defr., c.
Murex imbricatus, Brocc., var. *Gratiensis*, Alm. y Bof., r.
Persona tortuosa, Bors., r.

Cancellaria hirta, Brocc., r.
Ficula geometra, Bors., var. *Dubreuili*, Font., c.
Fusus cinguliferus, Jan., r.
Nassa limata, Chem., r.
— *serraticosta*, Bronn., c.
— *incrassata*, Müller, c.
Phos polygonum, Brocc., r.
Galeodea echinophora, Link., c.
— *stephaniophora*, Font., r.
Conus pelagicus, Brocc., c.
— *turricula*, Brocc., c.
— *antidiluvianus*, Brocc., c.
Pleurotoma (Homotoma) reticulata, Renieri, var. *Bollenensis*, Font., r.
— *(Mangilia) clathrata*, M. de Ser., r.
— *(Raphitoma) brachystoma*, Phil., var. *Comitatensis*, Font., c.
Mitra striatula, Broc., var., c.
— *obsoleta*, Broc., r.
Natica millepunctata, Lamk., var. *raropunctata*, Sassi, c.
Cerithium varicosum, Brochi, c.
Cerithiolum scabrum, Olivi, var. *comitatensis*, Font., cc.
Cerithiopsis tubercularis, Montagu, cc.
Bittium reticulatum, da Costa, var. *paludosa*, Bucq., Daut. y Doll., ccc.
Turritella Rhodanica, Font., c.
— *communis*, var. *Ariesensis*, Font., c.
Vermetus arenarius, Lin., c.
Siliquaria anguina, Lamk., r.
Scalaria tenuicostata, var. *Michaudi*, Font., c.
Rissoina pusilla, Broc., cc.
— *decussata*, Montagu, c.
— *Bruguierei*, Payreaudeau, cc.
Turbo tuberculatus, M. de Serr., c.
Trochus (Zizyphinus) strigosus, Gmel., c.
— — *opisthostenus*, Font., c.
— *(Gibbula) magus*, Lin., c.
Fissurella græca, Lin., c.
Calyptræa chinensis, Lin., r.
Dentalium Delphinense, Font., r., etc.

Lamelibranquios.

Ostrea Companyoi, Font., c.
Anomia ephippium, Lin., cc.
Pecten latissimus, Broc., var. *latior*, A. y B.
— *restitutensis*, Font., r.
— *scabrellus*, Lamk., c.
— *Bollenensis*, Font., cc.
— *sub-Labnæ*, Alm. y Bofill, c.
— *pusio*, Lin., c.
— *pes-felis*, Lin., c.
— *benedictus*, Lamk., r.
— *(Janira) Stazzanensis*, M., r.
— *(Vola) Jacobæus*, Lin., c.
— *(Pleuronectia) cristatus*, Br., c.
Lima hians, Gmel., var. *tenera*, Turton, r.
Hinnites Ercolanianus, Cocconi, c.
Modiola Sanctensis, Alm. y Bof., c.
Arca Noæ, Lamk., c.
— *(Anomalocardia) diluvii*, Lamk, cc.
— *(Barbatia) lactea*, Lin., c.
Pectunculus glycimeris, Lin., cc.
— *bimaculatus*, Poli, c.
Yoldia nitida, Broc., c.
Chama gryphoides, Lin., c.
Axinus rostratus, Pecchioli, r.
Lucina cfr. *leonina*, Bast., r.
— *(Loripes) leucoma*, Turton, r.
Cardium hians, Broc., c.
— *multicostatum*, Broc., c.
— *spelucense*, Alm. y Bof., r.
— *papillosum*, Poli, cc.
— *(Lævicardium) oblongum*, Chem., var. *Comitatensis*, Font., c.
— *(Lævicardium) cyprium*, Broc., c.
— — *cyprium*, Broc., var. *Millanensis*, Font., c.
Isocardia cor, Lin., cc.
Cardita Bollenensis, Font., cc.
— *Rubricatica*, Alm. y Bof., c.

Venus ovata, Pennant, cc.
— *multilamella*, Lamk., var. *minor*, Alm. y Bof., c.
— *scalaris*, Bronn., c.
— *rhysalea*, Font., c.
— *verrucosa*, Lin., r.
Cytheræa chione, Lin., c.
— *rudis*, Poli, c.
Lutraria Sanctensis, Alm. y Bof., r.
Tellina serrata, Ren., c.
— *donacina*, Lin., c.
— *compressa*, Broc., r.
— *nitida*, Poli, r.
— *ventricosa*, M. de Serres, r.
Arcopagia cingulata, Font., r.
Psammobia Ferroensis, Chem., var. *pyrenaica*, Font., c.
— *uniradiata*, Broc., r.
Syndosmya alba, Wood, r.
Scrobicularia plana, da Costa, var. *piperata*, Gmel., r.
Ervilia pusilla, Philippi, c.
Corbula gibba, Olivi, cc.
— *revoluta*, Broc., r.
Neæra cuspidata, Olivi., r.
Thracia Speluncіana, Alm. y Bof., c.
— *ventricosa*, Philippi, r.
Pandora cf. *flexuosa*, Sow., r., etc.

Braquiópodos.

Terebratula biplicata, Broc., r.
Terebratulina caput serpentis, Lin., r.
Argiope decollata, Chem., r.
Megerlia truncata, Lin., c.
Thecidea Mediterranea, Risso, r.

Políperos, radiolarios y foraminíferos.

Flabellum avicula, Michelin, c.
— *(Turbinolia) cuneatum*, Mich., var. *anceps*, Godd., c.
Cidaris tribuloides, Lem., c.

Clypeaster Scillæ, des Moulins, r.
Testilaria sagittula, Def., c.
Clavulina communis, d'Orb., rrr.
Bulimina pyrula, d'Orb., cc.
— *aculeata*, d'Orb., r., etc.

PLANTAS

Chamærops humilis, Lin.?
Liquidambar europæum, A. Br., r.
Populus attenuata, A. Br., r.
— *tremula*, Lin., r.
— *alba*, Lin., r.
— *mutabilis*, Heer, r.
Salix denticulata, Heer, c.
— *augusta*, A. Br., c.
Fagus sylvatica, Lin., c.
Myrica salicina, Ung., c.
— cf. *Gall*, Lin., r.
Carpinus grandis, Ung., c.
Quercus nærifolia, Heer, r.
— *Heerii*, A. Br., r.
— *elæna*, Ung., c.
— *myrtilloides*, Ung., r.
— *drymeia*, Ung., r.
— *Charpentieri*, Heer, r.
— *Gmelini*, Heer, c.
— *ilex*, Lin., c.
— aff. *ilex*, r.
— *Cornaliæ*, Mass., r.
Ulmus Brannii, Heer, r.
— sp., r.
Castanea vulgaris, Lin.?, r.
Ficus multinervis, Heer, r.
— *lanceolata*, Heer, c.
Platanus aceroides, Goep., cc.
Laurus canariensis, We., cc.
— *nobilis*, Lin., r.
— *Swoizoviciana*, Heer, r.

Laurus Agathophyllum, Ung., r.
Persea Braunii, Heer, c.
Oreodaphne Heerii, Gaud., cc.
— *fœtens*, Nees., r.
Benzoin antiquum, Heer, r.
Sassafras Ferretianum, Mass., r.
Cinnamomum Scheuchzeri, Heer, r.
— *lanceolatum*, Ung., r.
Daphnogene Ungeri, Heer, c.
Eleagnus acuminata?, Web., r.
Andromeda protogea?, Ung., r.
Diospyros protololus, Sap. y Mar., r.
— *brachysepala*, A. Br., cc.
— aff. *brachisepala*, r.
— *anceps*, Heer, r.
Nerium oleander, Lin., c.
Fraxinus ornus, Lin., c.
Cornus Mastagnii, Mass., r.
— *Buchii*, Heer, r.
Magnolia grandiflora, r.
Terminalia Radobojensis, Ung., r.
Acer tribolatum, A. Br., c.
— *opulifolium*, Wil., var. *pliocenica*, r.
— *pseudocampestre*, Ung.?, r.
— *pseudocreticum*, Rer., r.
Sapindus dubius, Heer, r.
Celastrus cassinoides, L'Her., r.
— *gardonensis*, Sap. y Mar., r.
Ilex af. *Canariensis*, Web., r.
— *Viviani*, Gaud.?, r.
— *stenophylla*, Heer, r.
Rhamnus Gaudini, Heer, r.
Rus Henfleri, Heer, r.
— *Meriani*, Heer?, r.
Juglans vetusta, Heer, c.
— *acuminata*, A. Br., r.
Buxus pliocenica, Sap. et Mar., c.
— sp.
Robinia Regeli, Heer, cc.

Robinia crenata, Ung., r.
Balæolobum Sotzkianum, Ung., r.
Leguminosites ellipticus, Heer, r.
Phyllites juglandinus, Heer.
Cassia Berenices, Ung., r.
— *Fischeri*, Heer, c.
— *phaseolites*, Ung., c.
— *lignitum*, Ung., r.

Sobre este nivel fosilífero descansan, como ya hemos dicho, arcillas limosas sin fósiles marinos. En este nivel se encontró anteriormente, en un pozo de Las Corts de Sarriá, por el Dr. Lletget, un molar de mastodonte (*Mastodon arvernensis*, Croiz. y Job.?) En este mismo nivel se encuentra esta especie en el Rosellón, acompañada de otros vertebrados. Todos estos depósitos están cubiertos por un manto general de aluvión nodular cuaternario.

Seguimos luego por el camino de Barcelona á Tarragona hasta llegar á Sans; en el recorrido del barranco Pujal pudo verse, en las trincheras abiertas para la construcción del camino, el nivel superior del Plioceno medio limoso, amarillento ó blanquecino, cubierto á su vez por el Cuaternario.

OBSERVACIONES COMPARATIVAS RELATIVAS Á LA FAUNA Y Á LA FLORA DEL PLIOCENO MEDIO

Si comparamos las especies vegetales encontradas en nuestros terrenos pliocenos con los tipos indígenas actuales, veremos que los comunes á estas dos épocas son raros, mientras que las especies de moluscos comunes á las mismas épocas son numerosas.

Resulta claramente de este hecho que el mundo vegetal ha experimentado durante los tiempos terciarios una evolución inversa de la del mundo malacológico marino. Esta diferencia de proceso entre las mutaciones de la fauna malacológica marina y de la flora continental, no tiene nada de particular si consideramos cómo ha debido proceder la Naturaleza para la vida y desarrollo de estos dos grupos de organismos. Así, después de los tiempos miocenos, el mar Mediterráneo, lo mismo que la región del Ródano y otras regiones de Europa, estando sometidos á las oscilaciones del continente, aparta sus

límites algunos quilómetros. Permanece durante un largo espacio de tiempo en este estado; pero en seguida un nuevo hundimiento de los continentes le permite invadir de nuevo una parte del terreno de que había sido desposeído. Durante este largo espacio de tiempo, las condiciones biológicas de la fauna malacológica marina experimentaron tales modificaciones, que un cierto número de especies de los mares miocenos no pudieron seguir á estas perturbaciones y alcanzar los tiempos pliocenos.

La flora, por el contrario, no persistiendo las perturbaciones, pudo sufrir esta variación de régimen climatológico. Las mismas especies se suceden á través de las épocas tortoniense, pontiense y mesiniense, conservando su fisonomía miocena más fácilmente que en las regiones más perturbadas de los Alpes.

Así se explica la facies relativamente arcáica de nuestra flora pliocena, puesto que contiene mayor número de tipos de la molasa (descritos y figurados por Heer) que su equivalente de la región del Ródano. En lugar de formar por estos caracteres naturales un término medio por el cual la flora miocena se liga á la flora actual de nuestra región, ofrece un sello particular que la separa de la flora indígena viviente y la aproxima á la flora miocena, y, por consecuencia, á las de las regiones calientes y subtropicales, con la cual esta última presenta grandes afinidades.

Esto es lo que han reconocido especialistas tales como Saporta y el Abate M. N. Boulay, que han tenido la amabilidad de determinar nuestros ejemplares. El primero, fundándose en las plantas de nuestra flora pliocena, las atribuye una edad más antigua, y añade: «Estas plantas presentan los elementos de una vegetación más característica que la que existía en la misma época en la Europa central, aunque ofreciendo diversas especies incontestablemente especiales de nuestra región.»

El Abate M. Boulay afirma que el conjunto de nuestra vegetación pliocena presenta un aspecto más arcáico y más semejante al Mioceno (Tortoniense ó Helvético), como ya hemos dicho, que el que se encuentra en las capas sincrónicas del valle del Ródano, aunque la semejanza entre las dos floras pliocenas sea bien grande. Sin embargo, es cierto que la flora indígena actual difiere de nuestra flora pliocena mucho más que la de la región del Ródano de la misma época, porque no hemos reconocido más que dos especies comunes á nuestra flora pliocena y á la actual, mientras que se cuenta una do-

cena de especies comunes á la flora actual del valle del Ródano y á la flora pliocena del mismo valle.

ORIGEN DE LA FLORA DEL PLIOCENO MEDIO

De todas las especies vegetales citadas en la lista anterior, apenas hay una que sea originaria de nuestra región; todas las otras existian anteriormente en las regiones del Norte de Europa, que en otras épocas debieron tener un clima más húmedo y más cálido que el de hoy. En el transcurso de los siglos, sin que la causa sea conocida, el enfriamiento de la corteza terrestre, más acentuado en las regiones boreales que en las nuestras, hizo bajar la temperatura, y la flora tuvo que emigrar y buscar un refugio en la Europa central durante las épocas miocena y pliocena.

Por el contrario, las especies de moluscos, aunque algunas eran originarias del Norte de Europa, existian en su mayor parte en nuestros mares en la época miocena, y algunas vivian ya anteriormente: por consiguiente, en los mares de la Europa meridional es en donde han hecho su primera aparición.

Pero estas modificaciones climatológicas se habian producido en la Europa central y meridional hacia el fin de los tiempos terciarios; los vegetales y los animales que en esta época existian en nuestra región, se refugiaron en otros puntos más calientes y más húmedos de Oriente, de las costas de Africa y de las islas Madera, Canarias y Azores. Desde luego, esta emigración de vegetales y animales propios de nuestras regiones en esta época, en otros paises más calientes y más húmedos, es un indicio evidente de que el clima de nuestras regiones ha cambiado, y de que durante los periodos mioceno y plioceno era más caliente y más húmedo que actualmente; en una palabra, más semejante al que reina sobre las costas y en las islas del Atlántico.

J. Almera.

Octubre de 1899.

A la precedente nota del P. Almera se hicieron las observaciones siguientes:

«M. Bergeron no vacila en referir la serie de las calizas paleozóicas de Moncada á todo el Devoniano. Ha reconocido en ellas los caracteres litológicos de los diferentes términos de este terreno, tales como se observan en la Montagne Noire y dispuestos en el mismo orden de sucesión. Si en nuestra excursión hemos encontrado muchas veces al subir la colina calizas con los caracteres de la amigdaloide del Devoniano superior, es porque hay pliegues por los que se repiten los mismos términos; el hecho se comprueba por las repeticiones semejantes del horizonte con *Graptolitos* del Gothlandiense. En cuanto á las pizarras con *Leptæna corrugata*, vistas en la parte superior de la colina, no están intercaladas en medio de las calizas amigdaloides; pero forman una especie de costra en placas sobre estas últimas, debida á los pliegues y á los estiramientos.

M. Bergeron añade que en Vallcarca las liditas que aparecen por encima de la serie devoniana deben ser colocadas en la base del Culm. En la Montagne Noire y en el Hartz se encuentran las mismas hiladas en la misma posición. En esta localidad, haciendo las asimilaciones propuestas, existiría un anticlinal caído sobre un sinclinal ocupado por el Carbonífero. En el eje de este anticlinal, y en el contacto del granito, se ve la caliza metamorfizada: debe ser georgiense, y las pizarras maclíferas representarían el resto del Cambriano y del Siluriano.

M. Carez añade que ha visto en muchas localidades de los Pirineos franceses mármoles amigdaloides idénticos á los de Moncada, mármoles que casi todos los geólogos consideran como devonianos.

El P. Almera cree que la facies amigdaloide de la caliza no es característica del Devoniano: ha encontrado en estas calizas *Cardiola interrupta*.

M. Bergeron hace notar que en las calizas con *Gephyroceras intumescens* de Cabrières, hay una *Cardiola* muy semejante á la *Cardiola interrupta*, y que, gracias al *Goniatites*, ha podido asignarla con seguridad al Devoniano.

M. Stuart-Menteath presenta las observaciones siguientes sobre dos puntos de la tectónica de los Pirineos:

Desde hace diez años se ha negado constantemente la existencia de sinclinales exóticos y afirmado la existencia de anticlinales de este género en la tectónica de los Pirineos.

En Cataluña hemos visto en las últimas excursiones, sinclinales de caliza amigdaloide en el Siluriano de Moncada. En Cardona un pliegue anticlinal, colocado entre pliegues similares, tanto al N. como al S., nos ha mostrado la facies salífera de la base del Oligoceno, diferenciado solamente de estos afloramientos del mismo terreno yesoso, por la presencia de la sal y los repliegues que acompañan en todas partes á afloramientos de esta materia soluble.

Desde el año 1885 he sostenido que debía referirse al Cretáceo superior la caliza figurada como cambriana en todos los mapas geológicos de los Pirineos en los que yo no he colaborado.

Los únicos cortes que se han publicado en apoyo de esta *tesis* son los de M. Beaugey en el *Bulletin Soc. Géol. de France*, tomo XIX, pág. 94.

He encontrado en la base de la caliza paleozóica inferior, representada en los cortes de M. Beaugey, *rudistos* abundantes del Cretáceo superior, y los mismos políperos que acompañan á los hippurites en Miegebat, al S. de Aguas Calientes; el afloramiento de estas calizas que se presenta en un quilómetro de largo, entre Pla Ségounne y la mina de Anglas, es muy fosilífero, precisamente hacia la base de la caliza señalada como paleozóica por Beaugey.

He indicado el sitio al guarda de la mina de Anglas, que vive en los edificios del bocarte de Gourette, para que enseñe el sitio á todos los geólogos que visiten Aguas Buenas.

Se puede, pues, asegurar fácilmente que la caliza que entre el Océano y Cauterets ocupa el medio de los Pirineos, pertenece al Cretáceo superior y de ningún modo al Cambriano.

De aquí se sigue que en toda la cordillera se encuentran sinclinales de todas edades descansando sobre el Siluriano, y pareciendo, á primera vista, contemporáneos ó anteriores á esta formación. Como en el pico de Moncada, estos sinclinales de caliza están en completa discordancia y presentan todos los terrenos, y sobre todo el Cretáceo.

Pero la inversa de esta comprobación me parece absolutamente sin pruebas, y yo no puedo ver en Cardona otra cosa que el afloramiento del terreno yesoso que se muestra de la misma manera, tanto al S. en Suria como al N. en San Juan de las Abadesas, con la misma dirección, la misma tendencia á inclinarse al S. y los pliegues ordinarios de las minas de sal.»

VIII

EXCURSIÓN A CASTELLBISBAL Y AL PAPIOL

En la madrugada del 4 de Octubre tomamos el tren para Papiol. La línea sigue la orilla derecha del Llobregat, y en el camino se observa el Plioceno que bordea los costados S. y SO. del macizo antiguo [(fig. 18), corte general, pág. 108]. Se compone de arcillas azules; después de margas de color gris claro cubiertas por arcillas arenosas amarillas, con impresiones vegetales; el todo está cubierto por un conglomerado que representa el nivel más alto del Plioceno.

De la estación de Papiol nos dirigimos á visitar las capas con *Congeries* de Castellbisbal, á tres quilómetros de aquel lugar. Al lado de la estación se encuentra el Aquitaniense lacustre, rojo, brechífero, que en toda la comarca sirve de substratum al Helvético marino. Por la otra orilla del río aparece el Trías, que forma una escarpa entre Palleja y San Andreu de la Barca, donde se distinguen claramente sus tres términos. La Arenisca abigarrada constituye el promontorio que avanza hacia el río, llamado Roca de Droc; las calizas del Muschelkalk se explotan para la fabricación de cal; por encima de las arcillas yesíferas se extiende la caliza con *fucoides* del Keuper, formando la meseta de Montmany de la Penya.

Siguiendo por la vía férrea se atraviesa primeramente un depósito de aluvión actual del río; después el Aquitaniense margo-arenoso rojo ó violado, yesífero, con *Helix Moroguesi*, *Acerotherium lemanense*, Blainv.; *Sciurus Feignouxi*, Pom.

Al nivel de las Casas del Riu corta la vía el pequeño promontorio aquitaniense y se ven las capas buzar hacia el N.; más allá estas capas están horizontales, y más lejos aún, por debajo de Castellbisbal, buzan al SE., mientras que por otro lado de la colina paleozóica de Martorell buzan al NO., formando en este punto un anticlinal bien manifiesto. Al lado de las Casas del Riu, las capas aquitanienses están atravesadas en todas direcciones por venillas de yeso blanco, hecho que se observa también en otros muchos puntos. Esta formación tiene 150 metros de espesor y ocupa una superficie importante.

M. Vézian la ha descrito y estudiado primeramente en 1856, en 1881 M. Carez y en 1882 los Sres. Thos y Maureta han repetido este estudio.

Esta formación bordea el flanco N. de la cordillera litoral en el Vallés bajo y el Panadés bajo, y aparece desde San Cugat del Vallés al E. hasta San Sadurní de Noya al O.

Más allá del Papiol, sobre la colina siluriana de Pi den Vals, la facies es muy litoral, lo que indica que la costa estaba próxima.

La composición de estas capas es muy variable, pero su color es constantemente rojo cualquiera que sea la composición. Las areniscas, groseras ó finas y arcillosas, dominan en esta potente masa; pero no forman nunca bancos gruesos y están mezcladas con conglomerados también muy abundantes, sobre todo en la parte inferior.

Se componen éstos

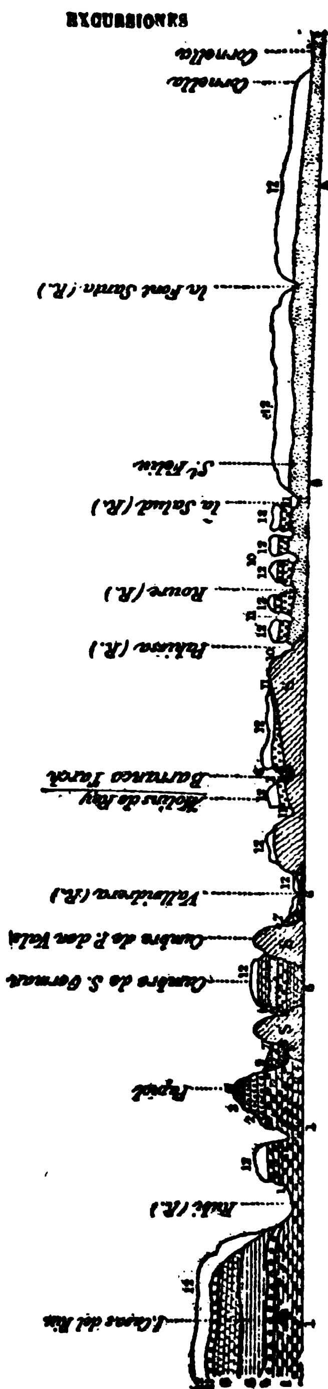


Fig. 18.—Corte general por la orilla izquierda del Llobregat.—Escala, 1/[illegible].

S, pizarras silurianas con *Graptolitos*; 1, pudingas aquitanienses; 2, brecha infra-helvética; 3, caliza helvética; 4, pudinga tortoniense; 5, capas con *Congerias*; 6, arcillas plesancienses con *Nassa semistriata*, etc.; 7, arcillas grises fosilíferas; 8, arenas amarillas astienses con *Ostrea cochlear*; 9, arenas sin fósiles, con limonita; 10, conglomerados; 11, aluviones (lehm) y brechas; 12. Cuaternario, limos y arcillas.

de cantos rodados de dimensiones muy diversas procedentes de rocas de todas las edades; pero los de pizarra son mucho más abundantes que los demás, lo que se comprende fácilmente puesto que son las rocas que rodean por todas partes el depósito lacustre. Los conglomerados no son distintos de las areniscas, á las cuales pasan insensiblemente.

Un tercer elemento, casi de igual importancia por la proporción en que entra en la composición de este terreno, son las margas arcillosas, ya rojas, ya azules, que se intercalan en las areniscas y los conglomerados.

Pero el paraje donde la composición y la constitución estratigráfica de esta formación lacustre se presenta de una manera más exacta y más completa, es junto al molino Calope, situado en la orilla del rio Rubí, á cuatro quilómetros al S. del pueblo de este nombre; este rio afluye al Llobregat en Papiol.

En este paraje las capas lacustres se apoyan sobre el terreno pizarreño del flanco N. de la montaña de San Pere del Papiol, y se pueden distinguir en ellas tres hiladas:

La *primera hilada* principia por un conglomerado de elementos voluminosos, pizarreños unos, otros calizos y de pasta margosa de un rojo parduzco. Esta hilada ocupa la orilla izquierda del rio Rubí, que la baña ligeramente y la separa de la escarpa Calope, situada en la derecha. El depósito en cuestión corresponde al mismo nivel, y probablemente es el mismo que el que se observa en las cercanías de la granja Bell de San Cugat del Vallés, más al E., y por debajo de la granja Salvi de San Andreu de la Barca sobre la orilla derecha del Llobregat, separando también las pizarras paleozóicas hacia el O. Es también probablemente el mismo que el que se encuentra en la cumbre de las montañas triásicas de Gélida, más al O. A causa de su composición y de las relaciones con los terrenos que le cubren, parece que debe ser referido este depósito al nivel más alto de las pudingas del Montserrat.

Más arriba el conglomerado no contiene restos pizarreños (tongrienses?) y deja de hacer efervescencia con los ácidos; pasa á una samita bien caracterizada que se presenta en bancos de un metro de espesor, alternando con lechos muy delgados de arcilla.

A medida que se sube la escarpa, las samitas disminuyen mientras que las arcillas aumentan y terminan por estar solas por haber desaparecido aquéllas. Su coloración, como ya hemos dicho, es uni-

forme, de un rojo vinoso; desde cerca se observan manchas azuladas que á veces son indicio de osamentos fósiles. En medio de la hilada superior hay grandes hendiduras llenas de yeso fibroso. En esta hilada hemos encontrado el *Sciurus*, el *Acerotherium* y *Helix Moroguesi*. Los bancos más arcillosos se están explotando.

La *segunda hilada* se distingue por un cambio brusco en el color y la composición de las capas: la arcilla rojiza está reemplazada por una marga amarilla ó gris, alternando con capas calizas al principio delgadas, pero después alcanzan hasta dos y tres metros de espesor. Esta caliza es bastante compacta, de textura algo granuda, fractura desigual, cavernosa, y con frecuencia los huecos están tapizados de cristales de calcita. Por el choque del martillo produce olor de hidrógeno sulfurado. Contiene impresiones de *Planorbis* y *Bithynias*.

Según parece, á este nivel se debe referir el depósito margoso de agua dulce que existe al otro lado del Llobregat, cerca de la granja Salvi y de la casa Palau (San Andreu de la Barca), con *Cyclostoma*, sp.; *Limnæa pachygaster*, Tomæ; *L. subbullata*, Font.; *Planorbis declivis*, Braun.; *Hydrobia Dubuissoni*, Bouill., etc. Este depósito descansa sobre el conglomerado citado anteriormente.

La *tercera hilada* está formada por capas de dos á tres metros de espesor de samita alternando con bancos de arcilla casi de igual grueso; en algunos puntos pasan á un conglomerado poligénico. Esta hilada está bien caracterizada cerca de Castellbisbal, donde forma en la orilla del Llobregat una escarpa. Sobre estas capas está edificada la población.

En esta escarpa se encuentran las capas con Congerias. También á poca distancia más allá de las Casas del Riu, dejando el camino y volviendo á la derecha, para subir por un corto barranco, en la escarpa aquitaniense, se llega á las capas con Congerias que ocupan en el fondo de la ensenada un nivel superior á la vía. Estas capas se apoyan sobre el Aquitaniense de la zona media y están en contacto de los depósitos del nivel superior. Están adosadas á la escarpa superior de este terreno, que contrasta notablemente por su matiz rojo con la coloración blanquecina de las margas con Congerias (Mesiniense). M. Vezian reconoció este depósito sin haber encontrado fósiles [1].

Subiendo la escarpa, se observa el corte siguiente de abajo arriba:

(1) Op. cit., pág. 54.

1.° En la base el Aquitaniense rojo (*m*) formando la escarpa que tiene 150 metros de altura hacia arriba, donde las capas con Congerias han sido arrastradas por las erosiones. Forma la colina llamada La Gatxarella.

Por encima de la grada que forma el Aquitaniense, cerca de la escarpa, se observa:

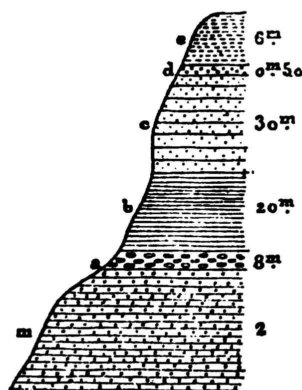


Fig. 19.—Corte de las capas con Congerias de la colina de la Gatxarella de Castellbisbal.

m, conglomerado lacustre aquitaniense y arcillas rojas alternantes con *Acerotherium lemanense;* conglomerado de guijas, formado á expensas del Pontiense; *b*, capas con Congerias; *c*, nivel de arenas y arcilla con *P. Comitatus*, *O. cochlear; d*, aglomerado de guijas, superior; *e*, Cuaternario; lehm noduloso, travertínico.

1.° Una pudinga poligénica (*a*) de ocho metros de espesor, en la que la mayor parte de los elementos son calizos, formados á expensas del Pontiense continental, que cubre directamente el Aquitaniense en todos los puntos del Vallés bajo y del Panadés bajo, en donde falta el Helvético marino, constituyendo retazos unas veces, y otras un manto bastante extenso.

2.° Las capas salobres con *Congeries* y *Cardium caspicas* (*b*) descansando directamente sobre la pudinga, que á su vez se apoya sobre el Aquitaniense, como ha podido observarse en uno de los barrancos que cruzan las capas de Congerias, y donde se presentan en un tajo perpendicular á su estratificación. Son idénticas á las del valle del Ródano, sobre todo á las de Théziers. Esas capas están constituídas por lechos margosos, amarillentos, grises, arenosos, salíferos en ciertos niveles, con plaquitas de limonita y de yeso intercaladas. Después de las lluvias, aparecen en la superficie manchas blancas que son eflorescencias de sal.

Se distinguen tres hiladas:

1.ª Arcilla en lechos delgados (un metro) separada por arenas finas en capas irregulares. En la superficie de los lechos de arcilla se observan impresiones y á veces restos muy deleznables de *Congeries*, *Cardium*, *Planorbis* y *Melanopsis*. Estas impresiones de moluscos

están acompañadas de otras impresiones de plantas apiladas unas sobre otras, sobre todo del género *Acer*, arrastrados sin duda por una corriente que se dirigía hacia la playa. Algunos de estos restos han debido sufrir una larga maceración que ha destruido todo el parénquima y el contorno exacto del limbo y hasta el prosénquima. Esto nos indica que antes de fosilizarse habían permanecido al borde del agua que los había amontonado, de tal modo que aquí se ha producido el mismo fenómeno que en el valle del Ródano, según lo que dice el abate M. Boulay en su *Flore pliocène des environs de Théziers*. He aquí las especies de animales y vegetales recogidas en esta hilada:

Dreissensia sp., ind., c.
Melanopsis Neumayri, Tourn., var. *Papiolensis*, A. y B., c.
Cardium (Limnocardium), c.
— *semisulcatum* (*L.*), Rousseau, var. *Magdalenensis*, Font., r.

Especies vegetales.

Algua semejante á los *Chondritoides*, L., r.
Equisetum sp., r.
Rhizocaulon recentior, Lam.?, c.
Typha latissima, A. Brong., c.
Arnudo Gœpperti, Münst.
— *Ægiptiaca antiqua*, Sap. y Mar.
Phragmites Œningensis, Heer.
Populus mutabilis, Heer., c.
— *canescens*, var. *pliocenica*, r.
— *abba*, Lin.
Salix augusta, Heer., c.
— *integra*, Gæpp., c.
— *varians*, Gæpp.
Alnus stenophylla, Sap. y Mar., r.
Betula sp.
Quercus ilex, Lin.
Acer trilobatum, A. Br., cc.
Acer opulifolium, W., var. *pliocenica*, r.
— *Nicolai*, N. Boulay, cc.
Rhus sp., r.

2.° Arcilla blanquecina arenosa, con plaquitas de limonita, dividiéndose fácilmente en lechos paralelos (18 metros). Este es el horizonte más fosilífero: en él se observa la acumulación de pequeñas *Congeries* y *Cardium* de una manera idéntica á la del valle del Ródano. Están en mejor estado de conservación y menos deleznables que la hilada inferior.

He aquí la lista de las especies que se han recogido:

Nassa semistriata, Broc., rrr.

Melania Tournouëri, Fisch., var. *Ferreolensis*, Font., cc.

— *Castrepiscopalensis*, A. y B., c.

Malanopsis Neumayri, Tourn., var. *Papiolensis*, A. y B., cc.

— *Matheroni*, Mayer.

— *impressa*, Krauss.

Saccoia (Hidrobia) congermana, Font., cc.

— *Escofieræ*, Tourn., r.

— *præ-Escofieræ*, A. y B., r.

Neritina micans, Gaudry y Fisch., var. *Bollenensis*, Font., cc.

Dreissensia subdubia, A. y B., c. = *unguiformis*, A. y B., según M. Brusina, in litt.

— *dubia*, May., c.

— — var. *Rubricatica*, A. y B.

— — var. *trigonula*, A. y B.

Cardium Partschi, May., cc.

— — var. *monopleura*, Font.

— — var. *subrostrata*, A. y B.

— — var. *subvatransversa*, A. y B.

— — var. *Castrensis*, A. y B.

— *(Limnocardium) edule*, var. *Rastellensis*, Font., cc.

— — — var. *Bollenensis*, Mayer, cc.

— — *Bollenense*, May., var. *Sparcisulcata*, r.

— — *Rubricati*, A. y B.

— — *semisulcatum*, R., var. *Magdalenensis*, Font., r.

— — *prætenne*, Mayer, var. *Catalaunica*, A. y B., r.

— — *tenue*, Fuchs.

— — *subtenue*, A. y B.

— — — A. y B., var. *integricosta*, A. y B.

Cardium (Limnocardium) carinatum, Desh., var. ***densecostata***, A. y B.
— — — Desh., var. ***magnocardo***, A. y B.
— — — Desh., var. ***minor***, A. y B.
— — *lævicosta*, A. y B.
— — *lectosis*, Font.
Arcopagia Strohmayeri, Hörn.?

3.ª Hilada superior de arenas verdosas finas, sin limonita y sin fósiles (1m'20).

c) Por encima aparece una masa de arenas margosas limoníferas (*c*), con *Pecten Comitatus*, Font., y *Ostrea cochlear* Poli., muy escasas (30 metros).

d) Esta masa tiene encima un depósito de guijarros (*d*) de todas dimensiones (0m'50 á 0m'04) (0m'80).

e) Finalmente, todo ello está cubierto, lo mismo que en toda la comarca, por el manto (*e*) de limo cuaternario travertinoso, rojizo (5 metros).

Hemos recogido ejemplares de *Congeria*, *Cardium*, *Hydrobia*, *Melania* y *Melanopsis;* pero desgraciadamente el punto reducido en que las *Congerias* y *Cardium* son más abundantes, estaba oculto y cubierto por un hundimiento del Cuaternario producido por las frecuentes lluvias del invierno.

En este sitio hemos podido darnos cuenta de los grandes derrubios en el Aquitaniense, el segundo tramo mediterráneo y el Pontiense antes de la llegada del Mediterráneo plioceno en este valle. Fenómeno por lo demás comparable al que en la misma época se ha producido, ya en el valle del Ródano, ya en otros valles de la cuenca mediterránea.

Después de haber estudiado este depósito salobre, reducido actualmente á una banda de un quilómetro de longitud y 120 metros de ancho, colocado á 70 metros por encima del nivel del Llobregat, por efecto de la erosión, volvimos sobre nuestros pasos hasta llegar á la clásica ensenada pliocena del Papiol.

A las nueve llegamos al yacimiento plioceno que se encuentra encajado entre una escarpa aquitaniense por un lado, y otra escarpa paleozóica por el otro en el fondo del barranco Gabaix. Hemos reconocido en esta ensenada un *fjord* plioceno formado por islotes, ya del Aquitaniense litoral, ya del segundo tramo mediterráneo, ya del Paleozóico.

Todos los geólogos que han estudiado la región (MM. Vezian, Carez, Maureta y Thos) hablan con detalles de este clásico yacimiento plioceno.

Hemos comenzado á estudiarle por la base. En él se observa:

1.° Las capas de Congerias, prolongación de las de Castellbisbal que ya se habían visitado, con la particularidad de que se confunden aquí en el Plasenciense. En efecto: se han recogido en las arcillas azules arenosas, en el fondo del barranco Dabaix, las mismas especies de *Congeries*, de *Melanias*, de *Melanopsis*, de *Neritinas* que en Castellbisbal, con *Turritella subangulata*, muy frecuentes; *Nassa semistriata*, *N. italica*, *Natica helicina*, *Cassidaria echinophora*, *Pecten*, etc.

Las arcillas azules, en las que se encuentran estas especies, tienen muy pequeño espesor; no se observa en ellas ningún carácter diferencial, litológico ni estratigráfico, que permita distinguir dos hiladas, sino que el todo está confundido en una sola masa.

Se encuentra en este nivel:

Melania Tournoueri, Font., var. *Ferreolensis*, Font.
Melanopsis Neumayri, Tournouër, var. *Papiolensis*, A. y B.
Neritina (Neritodonta) micans, Gaud. y Fischer, var. *Bollenensis*, Font.
N. (N.) micans, Gaudry y Fischer.
Dreissensia simplex, Barbot.
— — var. *Catalaunica*, A. y B.
— *subsimplex*, A. y B.
— *subdubia*, A. y B.
— *rostriformis*, Desh., var. *Papiolensis*, A. y B.
— *auricularis*, Fusch., var. *minor*.
— *unguiformis*, A. y B.

Esta *Dreissensia*, según M. Brusina (*in litteris*), no es más que una sola especie, que propone sea nombrada *D. subdubia*, A. y B.

Dreissensia dubia, Mayer.
D. latiuscula, Mayer.
Cardium, sp.

Las especies salobres están mezcladas y acompañadas de las siguientes especies plesancienses:

Nassa italica, Mayer.
Galeodea (Cassidaria echinophora), Lamk.
Turritella subangulata, Broc.
Pleurotoma (Surcula dimidiata), Broc.
P. (Raphitoma) brachystoma, Phil.
Ostrea cochlear, Poli.
Pleuronectia Comitatus, Font.
Anomalocardia diluvii, Lamk.
Venus islandicoides, Lamk., etc.

Resulta, pues, claramente que aquí no se puede separar la hilada de Congerias del Plesanciense, ni desde el punto de vista estratigráfico ni paleontológico, y que no estaría en conformidad con lo que nos dice la naturaleza el colocarlas en el Mioceno, aun en el más superior.

A partir del nivel de Congerias, hemos reconocido de abajo arriba las capas siguientes:

2.° Margas arcillosas azuladas. Su matiz azul, muy acentuado en los niveles inferior y medio, pasa á gris amarillento en la parte superior y acusa una hilada diferente. Estas reposan, ya sobre el terreno pizarreño, ya sobre la hilada inferior. La potencia de la hilada inferior pasa de 30 metros. Los moluscos marinos son muy numerosos, y el estado de conservación de los ejemplares frágiles es muy bueno (por ejemplo, *Pleuronectia cristata* con sus dos valvas), lo que nos muestra con evidencia que el mar estaba aquí muy tranquilo (hecho que desde luego se impone gracias á la topografía), y que el depósito de los sedimentos se efectuaba con regularidad en el fondo de la ensenada pliocena. Se encuentran *Brissopsis Genei* raros é impresiones de plantas poco frecuentes; pero los moluscos son muy numerosos. He aquí la lista de las especies más frecuentes:

Nassa semistriata, Broc., cc.
— *Hœrnesi*, May., c.
— *(Buccinum) italica*, May., cc.
Phos polygonum, Broc., c.
Galeodea echinophora, Lamk., c.
Pleurotoma turricula, Broc., c.
— *(Surcula) dimidiata*, Broc., cc.
— *(Raphitoma) brachystoma*, Phill.

Mitra striatula, Broc., cc.
Natica millepunctata, Lamk., c.
— *helicina*, Broc., cc.
Piramidella plicosa, Bronn., c.
Eulima subulata, Donovan, c.
Cerithium vulgatum, Brug., rr.
Aporrhais (chenopus) Uttingerianus, Risso, cc.
Turritella subangulata, Broc., ccc.
Scalaria tenuicostata, Michaud, r.
Dentalium delphinense, Font., cc.
Ostrea cochlear, Poli, cc.
Pecten (Pleuronectia) cristatus, Bronn., c.
— *Comitatus*, Font., c.
— *Bollenensis*, Mayer, rr.
Pinna Brocchii, d'Orb., rr.
Anomalocardia diluvii, Lamk., cc.
Yoldia nitida, Brocchi, r.
Cardium edule, Lin., r.
Venus multilamella, Lamk., c.
— *plicata*, Gmelin. r.
— *islandicoides*, Lamk., c.
Cytheræa chione, Lin., c.
Corbula gibba, Olivi., cc.

3.° Por encima, según acabamos de indicar, aparece la hilada de margas arcillosas amarillentas ó grises, friables y terrosas en algunos sitios. Contiene yeso y limonita en pequeñas láminas; en la parte superior se las ve mezcladas con restos de pizarras y de cuarzo, que son más abundantes y más gruesos al aproximarse á la escarpa pizarreña helvética. Esta hilada está caracterizada por la presencia de ciertas especies que faltan en la hilada precedente y por la menor frecuencia de otras. Su espesor no pasa de 40 metros. Las especies siguientes son menos frecuentes: *Turritella subangulata*, *Nassa italica*, *Venus islandicoides*.

Se observa la presencia de

Strombus coronatus, Defr., c.
Cerithium vulgatum, Lin., c.
Turritella Rhodanica, Font., c.

Spondylus Ferreolensis, Font., cc.
Barbatia barbata, Lin., cc.
Ostrea cucullata, Bors., r.
Ostrea Hœrnesi, var., c.
Pecten Bollenensis, Mayer, cc.
Hinnites Ercolanianus, Cocconi, ccc.
Chama gryphoides, Lin., ccc.
Poliperos, etc.

Esta hilada es la que aflora en los barrancos laterales de Albareda y del Terme que hemos visto al subir el valle por el ferrocarril.

Sin embargo, además de estos tipos, especiales de este nivel, se encuentran todas las especies de la hilada precedente. He aquí la lista de las especies recogidas en esta hilada:

GASTERÓPODOS

Murex Campanii, de Stel. y Pant., r.
— *imbricatus*, Br., var. *Gratiensis*, A. y B.
— *imbricatoides*, Hörn. y Au., r.
— *torularius*, Lam., var. *Bollenensis*, Font., r.
— *subheptagonatus*, A. y B., r.
— *Neomagensis*, Font., r.
— *polimorphus*, Broc., r.
— *funiculosus*, var. *Restitutensis*, Font., r.
— *craticulatus*, Broc., r.
— *sublavatus*, Bast., var. *Grundensis*, Hörn. y Au., r.
— *cœlatus*, Grat., var. *Papiolensis*, A. y B., r.
Fusus (Jania) angulosus, Broc., r.
— *prœrostratus*, Font., r.
— *(Euthria) aduncus*, Bron., r.
Corallophyllia lamellosa, Jan., r.
Ranella gigantea, Lam., r.
— *marginata*, Brogniart, r.
Triton nodiferus, Lamk., r.
Persona grassi, Bellardi, r.
— *tortuosa*, Borson, r.
Cancellaria Bonellii, Bellar., c.
— *lyrata*, Broc., c.

Cancellaria lyrata, var. *Augusta*, A. y B., r.
— *serrata*, Bron., var. r.
Nassa Hœrnesi, Mayer, cc.
— *limata*, Chem., c.
— *Bollenensis*, Tourn., var. *acuminata*, A. y B., r.
— *reticulata*, Lin., r.
— *semistriata*, Broc., cc.
— *transitans*, Bellar., r.
— *(Buccinum) italica*, May., cc.
Phos polygonum, Broc., c.
Ringicula Gaudryana, Morlet, c.
— *Africana*, Morlet, c.
Galeodea (Cassidaria) echinophora, Lam., cc.
Columbella thiara, Broc., r.
— *tetragonostoma*, Font., r.
Conus turricula, Broc., var. r.
— *Mercati*, Broc., c., var. *funiculigera*, Font.?, r.
— *Ventricosus*, Bronn., r.
— *antediluvianus*, Broc., r.
Pleurotoma (Surcula) dimidiata, Brocchi, cc.
— *rotata*, Broc., r.
— *turricula*, Broc., c.
— *recticostata*, Bell., r.
— *obtusangula*, Broc., r.
— *pustulata*, Broc., r.
— *intorta*, Broc., r.
— *reticulata*, Ren., var. *Bollenensis*, Font., r.
— *nebula*, Montag., r.
— *(Drillia) Allionii*, Bellardi, c.
— *(Clavatula) squamulata*, Broc., r.
Mitra bitenuata, Font.
— — var. *Rhodanica*, Fontannes, r.
— *Venaysiana*, Font., r.
— *aperta*, Broc., r.
Cyprea amygdalum, Broc., r.
Natica millepunctata, Lamk., c.
— — var. *raropunctata*, Sassi, r.
— *helicina*, Broc., cc.
— *Josephinia*, Risso, r.

Natica eudeista, Font., r.
— *intricata*, Don., r.
Pyramidella plicosa, Bronn., c.
Turbonilla Millanensis, Font., c.
Odostomia submichaelis, Sacco, r.
Eulima subulata, Donovan, c.
— *bulimus*, Phil., r.
Cerithium vulgatum, var. *minuta*, Phil., r.
— — var. *Bollenensis*, Font., r.
— *Michelottii*, Hörn., var. *imbricata*, A. y B., r.
— *scabrum*, Olivi, var. *Comitatensis*, Font., r.
— *(Bittium) reticulatum*, da Costa, var. *paludosa*, B., D. y Dollf., r.
Aporrhais (Chenopus) Uttingerianus, Risso, cc.
— *pespelecani*, Lin., r.
Turritella subangulata, Broc., c., var. *infraangulata*, A. y B., r.
— — var. *ditropis*, Font., r.
— *Rhodanica*, Font., c.
— *protoides*, Mayer, r.
— *aspera*, Sism., c.
— *communis*, var. *Ariesensis*, Font., c.
Vermetus arenarius, Lin., c.
Scalaria tenuicostata, Michaud, c.
— — var. *Michaudi*, Font., c.
— *torulosa*, Broc., r.
— *lanceolata*, Broc., var. r.
— *clathratula*, Turton, r.
— *cancellata*, Broc., var. *Papiolensis*, A. y B.
Littorina Ariesensis, Font., r.
Solarium simplex, Bronn., r.
Lacuna Basteroti, Bronn., r.
Rissoina pusilla, Broc., r.
— *Brugnierei*, Payr., r.
Bythinia Almerai, Brus., rr.
Valvata Almerai, Brus., rr.
Turbo tuberculatus, Marcel de Serres, r.
Trochus striatus, Lin., r.
— *magus*, Lin., r.
Clanculus corallinus, Gmel., r.

Fissurella græca, Lin., r.
Calyptræa chinensis, Lin., r.
Capulus Hungaricus, Lin , r.
Dentalium Delphinense, Font., cc.
— *dispar*, Cocconi, r.
Ophicardelus Serresi, Tourn., rr.
Plecotrema ringiculæformis, A. y B., rr.

LAMELIBRANQUIOS

Ostrea Barriensis, Font., var. c.
— *lamellosa*, Broc., c.
— *cochlear*, Poli., ccc.
— *Perpiniana*, Font., r,
— *Hœrnesi*, Reuss., var. c.
— *Companyoi*, Font., c.
— *cucullata*, Borson., r.
— *Papiolina*, A. y B., r.
— *Anomia ephippium*, Lin., cc.
Pecten varius, Lin., r.
— *opercularis*, Lin., r.
— *Bollenensis*, Mayer, cc.
— *pseudo-Bollenensis*, A. y B., r.
— *sub-Bollenensis*, A. y B., r.
— *sub-Labnæ*, A. y B., r.
— *venustus*, Goldf., r.
— *pseudo venustus*, A. y B., r.
— *pesfelis*, Lin., c.
— *pusio*, Lin., c.
Janira (Pecten) benedicta, Lamk., r.
Pleuronectia (Pecten) cristata, Bron., ccc.
— *Comitatus*, Font., r.
Spondylus Ferreolensis, Font., cc.
Hinnites Ercolanianus, Cocconi, ccc.
Perna soldanii, Desh., r.
Pinna Brocchii, d'Orb., r.
Modiola Sanctensis, A. y B., r.
Lithodomus lithophagus, Lin., cc.
Dreissensia latiuscula, Mayer, r.

Dreissensia dubia, Mayer.
Arca Noæ, Lamk., c.
— — var. *comitatensis*, Font., r.
Barbatia (Arca) barbata, Lin., cc.
— *lactea*, Lin., r.
— *acanthis*, Font., r.
Anomalocardia (Arca) diluvii, Lamk., cc.
— *pectinata*, Broc., r.
Pectunculus bimaculatus, Poli, c.
— *glycimeris*, Lin., c.
Nucula nucleus, Lin., r.
Leda commutata, Philippi, c.
— *pusio*, Phil.?, r.
— *clavata*, Calcara, r.
Yoldia nitida, Broc., c.
Chama gryphoides, Lin., ccc
Cardium hians, Broc., r.
— *aculeatum*, Lin., c.
— *papillosum*, Poli, c.
— *oblongum*, Chem., var.
— *comitatensis*, Font., c.
— *multicostatum*, Broc., r.
— *edule*, Lin., r.
— — var. *Papiolensis*, A. y B.
— — var. *Rastellensis*, Font., r.
— — *edesma*, A. y B., r.
— — *Puschi*, May., var. *typopleura*, Font., r.
— — *Magdalenense*, Brus., r.
— — *Chiæ*, A. y B., rr.
— — *spondylopsis*, A. y B., rr.
Lucina borealis, Lin., r.
— *spinifera*, Mont., r.
Loripes leucoma, Turton, r.
Circe minima, Montagu, c.
Cardita Bollenensis, Font., c.
— *intermedia*, Broc., r.
— *Rubricatica*, A. y B., r.
Mytilicardia calyculata, Lin., c.
— — var. *obtusata*, Requien, r.

Mytilicardia calyculata, var. *semivarians*, Font., r.
— — var. *diglypta*, Font., r.
— — var. *rostrata*, A. y B., r.
Venus islandicoides, Lamk , r.
— *multilamella*, Lamk., cc.
— *rhysalea*, Font., c.
— *Bronni*, May., var. *Comitatensis*, Font., r.
— *plicata*, Gmelin, r.
— *ovata*, Pennant, cc.
— *scalaris*, Bronn., r.
— *verrucosa*, Lin., r.
— *excentrica*, Agassiz, r.
Cytheræa chione, Lin., cc.
— *Pedemontana*, Agass., r.
— *rudis*, Poli, r.
Artemis exoleta, Lin., r.
Tellina planata, Lin., r.
— *serrata*, Renieri, r.
— *compressa*, Broc., c.
— *elliptica*, Broc.
— *stricta*, Broc.
Psammobia Labordei, Bast., r.
— *Ferroensis*, Chemn., c.
— *uniradiata*, Broc., r.
Syndosmya Rhodanica, Font., r.
— *alba*, Wood., c.
Corbula gibba, Olivi, ccc.

BRAQUIÓPODOS

Terebratula biplicata, Broc., var. A, B, C., Alm. y Bof.
— *gr. biplicata*, Brocc.
— *ampulla*, Brocc.?

EQUÍNIDOS

Brissopsis Genei, Sism., c.

ANTHOZOARIOS

Dendrophyllia cornigera, Blainv., c.
— *amica*, Michelin, c.
Balanophyllia irregularis, Seguen., c.
Astrocœnia Almerai, de Angelis, r.
Cladocora granulosa, Goldf., c.
Cœnocyathus cylindricus, E. H., c.
— *affinis*, Michelin?, r.

No hemos tenido tiempo de visitar la parte del Este de esta ensenada, que ofrece la misma facies, la misma forma y las mismas condiciones geográficas que la localidad típica de Saint-Restitut (Drôme) (1). En uno y otro punto se trata de una escarpa miocena. contra la cual se aplican las margas pliocenas con *O. Hörnesi*, var. *O. cochlear*, *Chama gryphoides*, *Barbatia barbata* y políperos.

En el barranco del lado del Mediodía hay un yacimiento de plantas, en el cual abundan *Platanus aceroides*, *Laurus canariensis* y varias de las especies que hemos mencionado anteriormente correspondientes casi al mismo nivel en el barranco de Esplugas.

4.° Las arcillas precedentes en la parte alta pasan imperceptiblemente á margas de color gris claro con zonas irregulares azules ó amarillentas que se cargan de guijarros á medida que se sube y se aproxima á la escarpa.

A esta altura se hallan especies salobres acompañadas de especies marinas (*Pecten*, *Anomia*). Las especies salobres encontradas hasta hoy son:

Potamides Basteroti, M. de Serres, r.
Congeria dubia, Mayer, r.
— *latiuscula*, Mayer, r.
Unio Papiolensis, A. y B., r.

Desgraciadamente los derrubios han arrastrado casi todo este depósito salobre, y es difícil recoger estos tipos, que eran abundantes.

La coexistencia de *Potámides*, *Congerias* y *Unio* que existían en

(1) Véase Déperet, *Comp. rend. de l'Excursion à Barri, Saint-Paul, Trois-Châteaux*, etc., tomo XXII, pág. 674.

las aguas salobres, y de tipos de moluscos francamente marinos, indica la presencia en esta época de un estuario, en el cual comienza á constituirse en el Papiol un régimen salobre que ha comenzado con la época astiense.

Este horizonte, que se puede atribuir al Astiense, tiene en su parte más alta arenas finas amarillentas que pasan en ciertos puntos á una especie de maciño de aspecto terroso, dispuesto en capas delgadas, regulares, con limonita. En el nivel más superior se hacen irregulares y toman la facies litoral. Los fósiles son escasos: no contienen otra especie que el *P. cristatus*, que se encuentra en todos los niveles marinos pliocenos. En ciertos puntos hay bancos que contienen jacillas y moldes de especies de moluscos litorales. Estas capas pertenecen evidentemente al Astiense; su potencia no pasa de ocho metros. En otros sitios del valle, situado más al S., se hacen muy fosilíferas.

Esto es precisamente lo que ocurre en la colina pizarreña del Pí den Vals, situada á 800 metros al S. del Papiol. Las capas astienses margo-arenosas se apoyan en las pizarras; pasan á margas cavernosas amarillentas con granos de cuarzo y restos de pizarra redondeados que aumentan en número y dimensión á medida que se aproximan á la cumbre, en donde no hay más que un conglomerado poligénico de pizarras, areniscas, caliza con cantos de cuarzo blanco predominantes, coronando la parte N. de la colina.

La hilada margosa tiene todos los caracteres de una formación cáspica, existiendo en ella *O. cochlear*, *H. Ercolanianus*, *P. cristatus*, *Dreissensia*, *Pisidium*, *Cardium*, *Barbatia barbata*, *Panopœa? miopsis*, etc. Se trata, pues, de un depósito litoral de la parte más alta del Plioceno medio marino. Esto está confirmado por el banco de conglomerados que tiene todos los caracteres de un depósito costero.

En realidad, existen aquí, como en Théziers y en Bollene, dos niveles de formación cáspica separados por un depósito de margas arcillosas azules. El primero es debido á la transgresión del mar en el valle al principio del Plioceno, y el otro á la regresión del mismo mar al fin del Astiense marino.

La discordancia, ó más bien la adaptación de los depósitos pliocenos en la escarpa formada, sea por las pizarras, sea por el Aquitaniense ó el Helvético, prueba que una importante denudación de las capas miocenas que cubrían las pizarras antiguas y el Aquitaniense, ha precedido al depósito de estas margas pliocenas y á la llegada del mar en el valle. La acción erosiva se ha extendido tam-

bién al Aquitaniense y al Paleozóico, en el cual, sobre todo, se ha formado la ensenada pliocena. Un largo período ha debido transcurrir entre los últimos depósitos miocenos y los primeros del Plioceno ó capas de Congerias. La formación de ese valle se ha efectuado durante este período, como ha ocurrido con los otros valles de la Europa central y meridional.

Por último, el todo está cubierto, como ocurre generalmente en la comarca, por un manto de limos cuaternarios, travertinosos, rojizos y ferruginosos. Por el lado Sur del barranco que hemos subido tiene un espesor de más de cuatro metros.

El pueblo y su antiguo castillo están construídos sobre una caliza dura perteneciente al segundo tramo mediterráneo, nivel de *Ostrea gingensis*, *Pecten Fuchsi*, etc., con políperos y perforaciones de pholadios pliocenos.

Fuimos después á reconocer otro retazo de la misma caliza, situada á 400 metros al Este del pueblo, formando la colina de las Escletjas (quiebras) (fig. 17). Esta manchita helvética, así como la en que está edificado el pueblo, está formada por una caliza compacta, frecuentemente laminar ó sacaroidea. La fractura es astillosa y granuda, y ofrece matices bastante vivos, variando entre el blanco amarillento y el amarillo rojizo, con tonos á veces grises ó azulados. Forma una masa imperfectamente estratificada que alcanza más de 20 metros de espesor. La veremos más desarrollada en el Panadés. Contiene abundancia de restos de cuerpos organizados, sobre todo políperos.

Los moluscos no se muestran más que al estado de moldes ó de jacillas. En su parte inferior esta caliza es brechiforme, cargándose de granos de cuarzo y de fragmentos de pizarras procedentes de las localidades próximas; pasa á un conglomerado poligénico que contiene valvas de *Pecten* y de *Ostrea*, que indican claramente la proximidad de una playa.

Las especies más frecuentes en esta caliza son:

Balanus sp.
Turritella cathedralis, Brong.
— *terebralis*, Lamk.
— *gradata*, Menk.
Ostrea crasissima, Lamk.
— *gingensis*, Schlot.

Ostrea fimbriata, Grate.
Pecten Fuchsi, Font.
— cf. *scabriusculus*, Mark. (*opercularis*, Lamk. in Goldf.)
Cardium edule, Lin. in Hörn.
Venus Aglauræ, Brong.
— *multilamella*, Lamk.
Cytherea sp.
Lithodomus lithophagus, Lamk.
Panopæa Menardi, Desh.
Jouannetia Papiolina, Vezian, etc.,

y algunos políperos:

Cyatomorpha Rocchetina, Michelin.
Heiastrea Defrancei, E. H.
— *plana*, Michelin.
Goniastræa gratissima, Michelin.
Favia sp., etc.

Esta masa de caliza descansa sobre algunas capas muy delgadas de arenisca roja y de arcilla pizarreña violácea, prolongación muy reducida del terreno lacustre aquitaniense.

Está dividida por curiosas hendiduras que se dirigen de uno á otro extremo (fig. 20), paralelas entre sí, formando las diversas gradas de la cumbre de la colina al NE.



Fig. 20.—Corte de la colina de Escletjas á Papiol. Longitud, 110 metros (Paleozóico).

1, Aquitaniense brechífero; 2, caliza con políperos (Helvético).

Este fenómeno es debido á la denudación ocasionada por las aguas que vierten hacia el barranco situado al SO. Contra estas calizas, del mismo modo que contra las pizarras y el Aquitaniense, se apoyan

las margas azules pliocenas en discordancia de estratificación bien manifiesta.

Esta caliza, como el Aquitaniense subyacente, el Pontiense continental y el Plioceno, se extendía antes hasta la vertiente opuesta del Llobregat, tocando á la escarpa triásica que va de Pallejá á San Andreu de la Barca; porque del lado de Pallejá y del lado de San Andreu hacia el collado de la granja Mitjans-del-Bosch subsisten pequeños retazos de estas formaciones, testigos de su antigua extensión.

La caliza de las Escletjas pertenece al nivel medio de la segunda edad mediterránea con *Halitherium fossile*, ***Pecten Fuchsi***, *Venus* ***Aglauræ*** y políperos, que más adelante observaremos igualmente representados en el Panadés y en San Pau de Ordal. No obstante, es una formación algo más antigua que la de las capas de Montjuich.

Dirigiéndose siempre hacia el Este llegamos al serrijón paleozóico fosilífero, cuyo estudio era objeto principal de nuestra excursión. Se ha podido observar que el Aquitaniense brechífero cubre las pizarras purpúreas (Ordoviciense) caracterizadas por la presencia de ***Asaphellus*** sp., ***Euloma Niobe*** y muchos tipos de lamelibranquios, como se ve en la aldea de Puig.

La estratigrafía en este punto no es fácil de deslindar; pero á M. Barrois le cabe el mérito de haberlo hecho, gracias á los fósiles que con este objeto le hemos enviado. La serie está muy trastornada, y ha sido necesaria toda la competencia de M. Barrois acerca de las faunas paleozóicas para llevar á cabo la determinación de la edad de las capas que contienen tipos casi todos nuevos. En la colina de Puig no se ven ni pliegues ni levantamientos de las capas anunciando al geólogo un trastorno de los terrenos, sino, al contrario, la serie se presenta regularmente estratificada, sin que en nada se acuse la inversión completa de las capas. Sólo por el estudio paleontológico ha podido revelarse este interesante accidente tectónico.

He aquí la sucesión estratigráfica de las colinas del caserío de Puig y de la granja Amigonet, próxima la una á la otra, separadas solamente por el barranco de la Font (fuente Amigonet). En la colina de Puig (fig. 21), y marchando del NO. al SE., encontramos la serie siguiente:

1.° En la base las pizarras con sericita que constituyen casi todo este macizo antiguo (Cambriano).

2.° Por encima, en estratificación discordante, sobre el flanco E., vienen calizas amigdaloides con ***Orthoceras*** (Devoniano inferior), bu-

zando fuertemente hacia el SO.; y sobre ellas, buzando próximamente en el mismo sentido, las calizas margosas amarillentas con *Tentaculites* (Devoniano inferior). Estas se muestran en diversas ocasiones alternando con las liditas (Carbonífero).

Sobre la vertiente opuesta, ó de las Barreras, la caliza con *Orthoceras* es invisible ó no existe: no se ve más que las calizas amarillentas con *Tentaculites* en contacto con las pizarras sericíticas.

3.° Por encima de las calizas con *Tentaculites*, en las dos vertientes de la colina, y en discordancia de estratificación, vienen pizarras cuarzosas y cuarcitas muy plegadas verdosas, rojizas, violáceas (Carbonífero), que en la vertiente E. se muestran en diversos sitios, alternando con las calizas con *Tentaculites*.

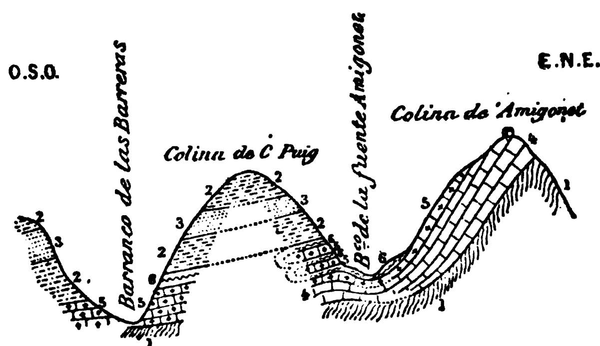


Fig. 21.—Corte de las capas ordovicienses y devonianas del Papiol: longitud, 800 metros; altura, 80 metros.

1, pizarras sericíticas (Cambriano); 2, pizarras con *Asaphellus* (Ordoviciense); 3, pizarras sin fósiles; 4, caliza con *Orthoceras* (Devoniano inferior?); 5, caliza amarillenta con *Tentaculites* (Devoniano inferior); 6, liditas (Carbonífero).

4.° Por encima de las cuarcitas, y siempre en discordancia, vienen pizarras rojas purpúreas fosilíferas con *Asaphellus* (Ordoviciense) muy hojosas, finas, con bancos de caliza parda ferruginosa intercalada; se extienden hacia el O., cubriendo, como aquí, las liditas. Estas pizarras pasan á otras verdosas casi concordantes menos finas, pero de composición análoga, sin fósiles, cerca de las cuales aparecen las pizarras rojas purpúreas con *Asaphellus* con bancos de caliza parda ferruginosa con *Encrinus*. La caliza va predominando y se

hace más compacta y menos ferruginosa á medida que nos alejamos del primer nivel y que nos aproximamos á las cuarcitas.

5.° Por debajo vuelven otra vez las cuarcitas ó liditas discordantes, extremadamente, plegadas como se ha podido observar en el fondo del barranco de la Font Amigonet. Estas se apoyan en las dos vertientes de la colina, ya sobre las pizarras sericíticas, ya sobre las pizarras y grauvacas con *Echinosphærites* cf. *balticus*, *Cystideos* y con *Orthis*, que á su vez descansan sobre las pizarras sericíticas en el fondo del barranco de las Barreras.

Subiendo la colina de Amigonet por su vertiente occidental, hemos atravesado la serie siguiente:

1.° Las liditas que ocupan el fondo del barranco y suben hasta cinco metros de altura. Forman en el fondo del mismo un pliegue echado al E.

2.° Capas menos pizarreñas margosas y verdosas que se rompen fácilmente en astillas (Carbonífero) dislocadas y plegadas, buzando fuertemente hacia el O. por debajo de las liditas. Se observan políperos con escasez.

3.° Capas margosas, calizas amarillentas con *Tentaculites*, *Pleurodyctium*, *Phacops*, *Leptæna*, etc. (Devoniano inferior), buzando como las precedentes fuertemente al O.

4.° Estas capas descansan en concordancia sobre bancos de caliza amigdaloide con *Orthoceras* muy numerosas, pero desgraciadamente indeterminables, con *Tentaculites* que suben hasta la cúspide de la colina y sobre las que está edificada la granja Amigonet.

Esta caliza amigdaloide con *Encrinus* y *Orthoceras* se hace más compacta, más dura, azulada y dolomítica en algunos sitios, en las proximidades de las pizarras sericíticas, sobre las cuales descansa transgresivamente. Al E. del barranco de la granja Amigonet estas calizas pertenecen á otra faja más grande, descansando también sobre las mismas pizarras, que no son otra cosa más que la prolongación de una faja más grande situada al otro lado de la riera, cerca de la aldea de San Bartolomé de la Cuadra.

El buzamiento de las capas calizas con *Phacops* de esta colina, con relación á las de *Asaphellus* de la colina de Puig, indica claramente que estas últimas deben apoyarse sobre las otras; por lo demás, ya hemos visto que cerca de la aldea de Puig, las pizarras rojas purpúreas con *Asaphellus* cubren las capas amarillentas con *Tentaculites*. Sin embargo, la fauna nos manifiesta de un modo evidente que esta

disposición es debida á la inversión completa de las capas. En efecto: en las pizarras rojas purpúreas, entre los diferentes tipos de *Asaphidos* encontrados, M. Barrois, después de los recientes estudios de M. Brogger, que han puesto en evidencia las relaciones de la *Ogygia desiderata* y el *Asaphus nobilis* con el género *Asaphellus* de M. Callavay, ha reconocido:

Asaphellus, muy semejante al *A. solvensis*, Hicks, de las capas de Tremadoc.
Niobe cf. *Homfrayi*, Salter.
Asaphellus, semejante al *innotatus*, Barrande, de Hof, en Baviera.
— cf. *Wirthi*, Barrande.

Además, ha reconocido entre los Lamelibranquios y Braquiópodos:

Avicula sp. (cf. *pusilla*, Barr.)
— sp. (cf. *insidiosa*, Barr.)
Synek sp. (cf. *tremula*, Barr.)
Orthonota sp. (cf. *perlata*, Barr.)
Lingula sp.
Leptæna sp. (cf. *sericea*, Sow.)
Tallos de *Encrinus* (1).

Contienen además otros tipos de braquiópodos y un tipo de ostracodos semejante á los *Leperditia*, bastante frecuente. Según M. Rupper Jones, á quien M. Barrois ha pedido la determinación de esos ostracodos, son muy pequeños para ser *Leperditia*, pero tienen un aspecto exterior completamente semejante.

«Esta fauna, añade M. Barrois, presenta un interés particular, como representante, si no nos equivocamos, de la más antigua hilada fosilífera de Cataluña. Según los recientes estudios de M. Brogger, esta fauna presenta afinidades con la fauna de *Euloma-Niobe* de las regiones septentrionales por los caracteres de sus *trilobites*, que hacen referir estas capas al nivel de Tremadoc.

»Sin embargo, la riqueza de esta fauna en lamelibranquios la comunica un aspecto más moderno que la de Tremadoc del Norte del

(1) Ch. Barrois, *Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone. Ann. de la Soc. geol. du Nord*, tomo XXVII, pág. 180 (1898).

país de Gales. Presenta su mayor analogía con las capas de Tremadoc del Sur del país de Gales, tal como han sido descritas por M. Hicks, y con las de Hof en Baviera. Parecen, pues, ocupar en la serie estratigráfica el extremo de la base del terreno ordoviciense (1).»

En las capas calizas amarillentas con *Tentaculites* y con *Phacops*, M. Barrois ha reconocido las especies siguientes, además de otras más comunes:

Pterygotus? (espinas).
Harpes venulosus, Corda.
Phacops fugitivus, Barr., c.
Prœtus expansus?, Richter.
Tentaculites Geinitzianus, Richt., ccc.
— *acuarius*, Richt.
Styliola lævis, Richt., c.
Chonetes sp. (= *Leptœna?*) *lata*, Richt. (non Buch.)
Spirifer cf. *histericus*, Schlot.
Leptœna cf. *interstrialis*, Phill. (*L. fugax*, Richt.)
— *corrugata*, Richt. (non Parlock), c.
Strophomena? curta, Richt.
Athyris sp. (= *Pentamerus oblongus*, Richt.)
Pleurodyctium Selcanum, Giebel in Kayser.

«Esta lista de fósiles, dice M. Barrois, prueba que las pizarras deben ser referidas á la base del Devoniano, y los argumentos más poderosos en favor de esta opinión, añade él, son la presencia del *Pleurodyctium Selcanum* y la abundancia de *Phacops* del grupo del *Trimerocephalus.*»

Nosotros le hemos enviado un centenar de ejemplares de *Phacopides* que él refiere al *Ph. fugitivus* y al *Ph. miser*, y que se refieren los tres evidentemente al grupo de *Phacops* con ojos pequeños, para los cuales Mac Coy ha propuesto el subgénero *Trimerocephalus*. «Se sabe, dice M. Barrois, que este grupo ha aparecido en el Siluriano superior con *Phacops Volborthi*, Barr.; ha vivido hasta el Devoniano superior, alcanzando su apogeo en el Devoniano inferior, en donde

(1) Ch. Barrois, *Sur le terrain devonien de la Catalogne. Ann. Soc. geol. du Nord*, 1892, pág. 182.

está representado por numerosas formas: *Phacops granulatus*, Munster; *Ph. macrocephalus*, Richter; *Ph. mastophtalmus*, Richter; *Ph. cryptophthalmus*, Gein.; *Ph. lævis*, Rœmer; *Ph. micromma*, Rœmer; *Ph. Rœmeri*, Gein.

»El *Trimerocephalus* de la Casa Amigonet nos parece tener las más grandes relaciones con el *Ph. Rœmeri*, Gein., de las pizarras con *Tentaculites* de Turingia, al que es idéntico por los caractéres de la cabeza y del tórax; se distingue, sin embargo, por tener el pigidio más grande, más anillado y granuloso, carácter que se encuentra en el *Phacops fugitivus*, Barrande, del tramo *G.* de Bohemia. Por los caracteres de su pigidio, el *Trimerocephalus* de la Casa Amigonet se aproxima más al *Ph. plagiophtalmus*, Richter, que al *Ph. Rœmeri*, Gein.; pero esta especie de Geintz y Richter difiere por los surcos de su glabela y por el menor número de anillos del tórax.

»Una prueba de que esta fauna de la Casa Amigonet pertenece al Devoniano, es la relación que tiene con la fauna de pizarras con *Tentaculites* de Turingia. En estas dos regiones, en efecto, esta hilada está caracterizada por la extraordinaria abundancia de las mismas formas de *Tentaculites*, por los mismos *Trilobites* de los géneros *Trimerocephalus*, *Harpes*, *Prœtus*, por una misma especie de *Pleurodyctium* y por un gran número de braquiópodos muy pequeños, entre los cuales domina la pequeña *Leptœna corrugata* de Richter.

»Por lo demás, dice, por último, M. Barrois, las relaciones de la fauna paleozóica de Cataluña con la de Turingia merecen fijar la atención, tanto más cuanto que ellas no parecen limitadas á esta hilada devoniana de pizarras con *Tentaculites*.»

Según la marcha y las relaciones estratigráficas de las capas y los caracteres de la fauna, hemos reconocido, en efecto, una inversión; por lo demás, este hecho se manifiesta por los pliegues inclinados que se observan en las liditas carboníferas del fondo del barranco de la Font Amigonet, por debajo de esta granja.

La marcha de las capas de este manchón paleozóico, lo mismo que las relaciones anormales de las capas entre sí; la ausencia de pliegues más á menos apretados sobre una longitud de cerca de un quilómetro, y, sobre todo, la superposición real de las pizarras purpúreas (ordovicienses), sea sobre las calizas amarillentas con *Tentaculites* (devonianas), sea sobre las liditas (carboníferas), nos llevan á admitir que, después de producida la falla, el borde elevado constituído por el Ordoviciense ha debido ser impelido horizontalmente por encima

del Carbonífero y el Devoniano, resbalando el techo sobre el muro. Por efecto de este movimiento, la masa ordoviciense ha sido empujada hacia el E., quedando superpuesta al Carbonífero, que aparece muy plegado, y sobre el Devoniano, mientras que, á su vez, ha resultado apoyándose sobre las pizarras sericíticas (Cambriano). Sin embargo, las formaciones recientes que cubren al Paleozóico no permiten comprobar esta hipótesis.

Hemos renunciado, por falta de tiempo, á visitar las erupciones de diorita y de diabasa que atraviesan no lejos de allí las pizarras sericíticas y las cuarcitas. Los elementos de que se compone la diorita, según el Sr. Adán de Yarza, son: hornablenda, plagioclasa, augita, clorita y óxido de hierro; los de la diabasa son: plagioclasa y augita; los cristales de plagioclasa son de gran tamaño.

Tomando dirección opuesta, nos dirigimos hacia el N., á través de los barrancos formados en las pizarras arcillosas, ferruginosas, atravesados en todas direcciones por filones de cuarzo y de pórfido cuarcífero, para estudiar una granulita de facies especial y que asoma entre el Aquitaniense y el Paleozóico. No se ha visto en el Aquitaniense que la rodea ningún trozo de esta roca, y yo jamás he conseguido encontrarla; en una excursión que después he hecho no he visto tampoco ni un solo canto de granulita en el Aquitaniense, mientras que los contiene de cuarzo, de pizarras maclíferas cristalinas, de pizarras con sericita, de pizarras arcillosas, de caliza amigdaloide, de caliza del Trías, de dolomía y de arenisca abigarrada.

El Aquitaniense forma, en el contacto de la granulita, crestas ó partes salientes de 0^{m}'50 de espesor, que marcan su límite. Estas crestas están compuestas de elementos del depósito aquitaniense y han sufrido una especie de metamorfosis, puesto que aparecen casi fundidos, mientras que el resto del depósito es friable. Por el examen microscópico de un fragmento de esta roca clástica, se ha reconocido en el Laboratorio de la Sorbona que se trata de una roca antigua constituída exclusivamente por granos de cuarzo y filoncillos de cuarzo granulítico. La calcita rellena pequeñas fisuras, y se debe á infiltraciones posteriores á la formación de la roca que datarán probablemente de la época aquitaniense. En resumen: es, según M. Bergeron, una especie de arenisca granulitizada.

Los elementos constitutivos de la granulita, según el examen al microscopio hecho por el Sr. Adán de Yarza, son: cuarzo, ortosa, algo de plagioclasa, mica negra en parte transformada en clorita.

El hecho de que no exista ningún fragmento de esta roca en el Aquitaniense nos hace creer que es posterior á esta formación; pero, por otra parte, la falta de sanidino en la roca y la ausencia de metamorfismo bien manifiesto del depósito terciario en contacto, no permite inclinarse en favor de su edad terciaria. Más tarde podrá quizás resolverse esta cuestión [1].

Desde este punto (Casa de Calopeta) nos dirigimos á la estación, atravesando el pueblo de Papiol, y á la salida vimos las margas pliocenas en contacto de la caliza compacta helvética, sobre la cual está edificado el pueblo, y apoyándose sobre el Aquitaniense brechífero

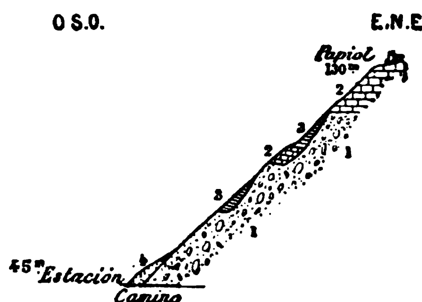


Fig. 22.—Corte de la colina de Papiol: altura, 85 metros.

1, Aquitaniense; 2, Helvético con políperos; 3, margas pliocenas; 4, lehm.

que forma el cuerpo de las colinas de Papiol. Bajando la colina por el antiguo camino, á la mitad de la pendiente vimos de nuevo un retazo de caliza helvética apoyada sobre el Aquitaniense, que presenta en este sitio gruesos bloques de arenisca abigarrada y de dolomía triásica (fig. 19), indicando claramente que la escarpa triásica se hallaba antes muy cerca de este punto.

Las margas pliocenas se ocultan en seguida bajo el lecho cuaternario que se extiende hasta la estación, donde tomamos el tren que nos condujo á Barcelona.

Octubre de 1898.

J. Almera.

(1) Podrá ser, como dice M. Carez más adelante, que este fenómeno sea debido á una falla, porque el Aquitaniense á su lado ocupa un nivel más elevado un centenar de metros.

IX

EXCURSIÓN A GAVA, BRUGUÉS, BEGAS Y VALLIRANA

A las seis de la mañana tomamos el tren en la estación de Francia para dirigirnos á Castelldefels. A un quilómetro de Sans hay abierta una trinchera en las arenas astienses para la construcción del empalme de Vilanova; dejamos la línea del Papiol, y antes de seguir por el empalme reconocimos la trinchera, donde se manifiesta la composición arcillo-arenosa del Astliense marino amarillento ó blanquecino, cubierto por el limo cuaternario rojizo lleno de nódulos calizos. La línea atraviesa el Llobregat en la villa de Prat, situada en el centro del fértil delta de este río. Empieza al pie de la escarpa pliocena que se extiende de Sans á Cornellá, y va hasta más allá de Castellbisbal. Al atravesar el delta por ferrocarril, pudimos apreciar la extensión y el espesor de los depósitos astienses, donde se distinguen perfectamente la escarpa, así como su extremidad opuesta sobre el costado de la cadena paleozóica del Tibidabo y de San Pedro Mártir.

El subsuelo del delta está formado de una sucesión de capas permeables é impermeables; contiene horizontes acuíferos muy á propósito para el establecimiento de pozos artesianos. Los numerosos sondeos (unos treinta) practicados desde 1892 en diferentes puntos de los alrededores del Prat, en los dos lados del río, han facilitado preciosos datos acerca de la constitución geológica de esta cuenca. Nos han revelado la presencia del Siciliense marino en el subsuelo del delta. La sucesión de las capas de arriba para abajo es la siguiente:

1.° Lehm actual	20	metros.
2.° Margas arenosas amarillo claro	10	—
3.° Margas azul obscuro	15	—
4.° Arena con conchas marinas (capa acuífera).	4	—
Total	49	metros.

En esta última capa permeable se acumulan las aguas, formando un depósito artesiano que brota con fuerza y alcanza de 1'50 á 2 metros sobre el suelo.

Este depósito es el que surte de agua á casi todos los taladros ejecutados en este punto.

Las especies de moluscos marinos recogidos en esta capa pertenecen todas á la fauna actual del Mediterráneo, y, por consiguiente, se la puede referir al Siciliense ó al Plioceno superior, correspondiendo al nivel continental de las capas lacustres de Tarrasa con *Hippopotamus major*, Cuv. He aquí la lista de las especies recogidas hasta hoy:

Turritella communis, Lin., cc.
Dentalium alternans, Bucquoy, c.
— *vulgare*, Da Costa, r.
Leda pella, Lin., r.
Pectunculus bimaculatus, Poli, c.
Nucula nucleus, Lin., c.
Venus verrucosa, Lin., c.
— *ovata*, Pennant, c.
Tellina pulchella, Phillipi, r.
Corbula gibba, Olivi, cc.
Artemis lupinus, Poli, r., etc.

Estas capas son evidentemente superiores á las arcillo-arenosas más altas del Astiense superior que forma la escarpa comprendida desde Sans á Cornellá. Se puede deducir que en la época siciliana la pendiente de la costa era más fuerte que lo es hoy, y que con los depósitos aportados por el río desde esta época ha sido rellenada la cuenca, y que, merced á ellos, el límite del mar retrocedió. Desde entonces las aguas se acumulan en las capas arenosas, que en otro tiempo formaron el fondo del mar.

Un poco antes de Castelldefels se encuentra el Trías (Arenisca abigarrada), que forma un pequeño cerro ó cabezo que se levanta en la llamada Plana de Calamot, situado muy cerca de Gavá. En la base se ve siempre una pudinga idéntica á la de Olesa y de la Puda: descansa en discordancia, ó más bien, transgresivamente sobre las pizarras paleozóicas; la Arenisca abigarrada bien caracterizada está encima. En este punto la Arenisca abigarrada ha resbalado, poniéndose en contacto inmediato con las pizarras; el Muschelkalk, muy

reducido aquí, ha resbalado también por consecuencia de una falla casi horizontal y está en contacto con la pudinga.

Subiendo al cabezo de Calamot por su ladera SE., hemos visto, después de la Arenisca abigarrada de la base, la pudinga poligénica con numerosos cantos rodados de cuarzo; un poco más lejos esta última está cubierta en parte por un retazo de caliza compacta, nodulosa, perteneciente al Muschelkalk. Los bancos calizos son completamente discordantes con la pudinga, llegando á buzar en sentido inverso. En la cantera abierta en la caliza encontramos *Mentzelia Mentzeli*, *Terebratula vulgaris*, *Lima costata*, Münst.; *Chemnitzia*, sp.

Falta el Trías superior, bien porque haya sido arrastrado por la denudación, bien porque haya resbalado al SO. para constituir el cabezo de Castelldefels.

Desde la cantera nos dirigimos al pueblo de Gavá para tomar de nuevo las tartanas que debían llevarnos á la ermita de Brugués. A la salida del pueblo, en una trinchera de la carretera, se ve el Cuaternario, con 50 centímetros de espesor, que oculta las pizarras paleozóicas. Más allá aparecen éstas cubiertas en discordancia por bancos de caliza amigdaloide compacta, á veces dolomitizada, siempre muy dislocados y plegados, descansando, ya sobre las pizarras, ya sobre las liditas. Esta caliza contiene, como en Moncada y en Vallcarca, tallos de *Encrinus*, y ofrece los mismos caracteres petrográficos.

A eso de las diez llegamos á la ermita de Brugués. Es oportuno consignar que aquí, lo mismo que en Moncada y en el contrafuerte de Vallcarca, entre las calizas amigdaloides y las pizarras silurianas, hay pizarras cargadas de hierro (hematites parda y roja) que se han tratado de explotar varias veces. En la trinchera del camino, más allá de la casa de labor de Más, las dislocaciones y los pliegues de las pizarras blancas arcillo-margosas son verdaderamente extraordinarias (figs. 23 y 24).

Como en Moncada, se encuentran en este sitio graptolitos, de los que M. Barrois ha podido determinar algunas especies. Es de presumir que la fauna es la misma que en Moncada; la facies de estas pizarras y las relaciones estratigráficas con las calizas amigdaloides, son idénticas.

He aquí las especies que M. Barrois ha podido determinar:

Monograptus vomerinus, Nich.
— *proteus*, Barr.

Monograptus Hisingeri, var. *jaculum*, Lapw.
— — var. *nudus*, Lapw.
— *concinnus*, Lapw.
— *colonus*, Barr.
— *basilicus*, Lapw.

Los graptolitos de este yacimiento, dice M. Barrois, son notables por su modo anormal de fosilización: no están echados de plano en las

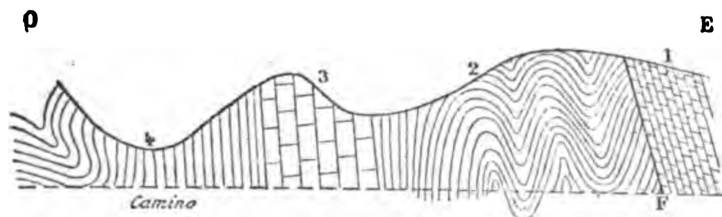


Fig. 23.—Corte de la trinchera del camino en las cercanías de Brugués: escala, $^1/_{2000}$.

1, caliza con *Ortoceras*, pizarras con *Graptolitos*; 2, pizarras con *Graptolitos*; 3, caliza dolomítica; 4, pizarras y cuarcitas.

pizarras, sino aplastados, según su diámetro, afectando formas muy variadas debidas á las compresiones. Esta faunula creemos debe referirse á la edad del *Upper Tarannon* de M. Lapworth (Siluriano superior).

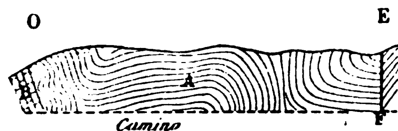


Fig. 24.—Corte en la trinchera del camino cerca de Brugués: longitud, 110 metros.

A, pizarras con *Graptolitos*; *B*, caliza con *Encrinus*; *F*, falla.

Estas pizarras con graptolitos atraviesan toda la colina de S. á N., y franqueando el barranco de Brugués, alcanzan á la colina de Mas Cortils.

Sobre las pizarras descansa en discordancia la caliza amigdaloide, compacta, cristalina, con tallos de encrinos, buzando ya al E., ya al O.

A la caliza siguen arcillas más ó menos pizarreñas, granudas, pardas, con *Orthoceras*, que se hacen pizarreñas en la base; su potencia no pasa de 40 metros.

Por desaparición de la caliza amigdaloide, estas capas descansan

en discordancia sobre las pizarras con graptolitos [1], su parte inferior es muy fosilífera y rica, sobre todo en *tentaculites, braquiópodos* y *trilobites* (*phacopidos*).

M. Barrois, que en diversas ocasiones ha tenido la bondad de estudiar estas faunas, ha reconocido, entre los ejemplares suministrados, las especies siguientes:

Ctenacanthus sp.
Harpes venulosus, Corda.
Phacops miser, Barr.
Prœtus dormitans, Richter.
Hyolites cf. *nobilis*, Barr.
Tentaculites Geinitzianus, Richt.
Orthoceras cf. *bohemicum*, Richter (non Barrande).
Spirifer cf. *micropterus*, Schlt.
Cyrtina heteroclyta, Richt. (non Defrance).
Orthis sp.
Leptœna interstriata (= *Orthis pecten*), Richt.
— *corrugata*, Richt. (non Portlock).
Panenka cf. *pernoides*, Richt.
Dualina sp., próxima á la *major*, Barr.

«Muchas de las especies citadas, dice M. Barrois, *Orthoceras bohemicus*, *Cyrtina heteroclyta*, *Lep. corrugata*, no nos parece que corresponden á los tipos de las especies de Barrande, Defrance y Portlock; pero se relacionan, según creemos, á las especies representadas después (equivocadamente) con estos nombres por Richter. Los ejemplares que poseemos apenas nos permiten, por su mal estado de conservación, hacer actualmente una descripción crítica; pero son suficientes para mostrar relaciones inesperadas con la fauna devoniana de Turingia.»

Esta fauna pertenece, decía M. Barrois [2] en 1891, «á la parte alta del Siluriano (piso *F*), niveles que quizá convenga referir á la

(1) No es de extrañar que en la Vinya Negre, donde los yacimientos de Graptolitos y de Phacops están en contacto, M. Barrois haya determinado *Monogroptus vomerinus* entre los fósiles del nivel con Phacops que se le han enviado.

(2) *Observations sur le terrain devonien de la Catalogne.* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XX, pág. 64.)

base del Devoniano. Esta opinión ha sido confirmada después de los nuevos descubrimientos que hemos hecho en 1891.»

Se podrían referir las calizas amigdaloides de esta región al Siluriano superior, nivel de *Cardiola interrupta*, puesto que en Santa Creu de Olorde, al SO. de Papiol, las mismas calizas amigdaloides contienen esta especie. Por lo demás, se sabe que el nivel de *Cardiola interrupta* es superior en Bohemia y en Turingia al nivel de *Monograptus*. En resumen, hay en los alrededores de Barcelona cuatro yacimientos del Siluriano superior, todos próximamente del mismo nivel: Moncada, Vallcarca, Brugués, que ya hemos visitado, y Cervelló, que veremos esta tarde; y cuatro del Devoniano inferior: Moncada, Vallcarca, Papiol y Brugués. Hay que añadir Santa Creu. (Véase pág. 104.)

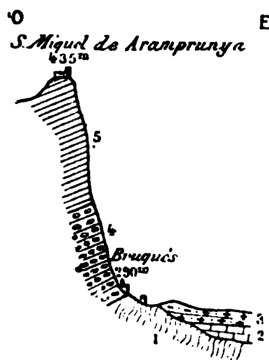


Fig. 25.—Corte de la colina de San Miquel de Aramprunyá. Altura, 155 metros.

1, pizarras con *Graptolites*; 2, caliza con *Encrinus*; 3, pizarras con *Phacops* y calizas margosas; 4, pudingas de la base de la Arenisca abigarrada; 5, Arenisca abigarrada.

La ermita de Brugués está edificada sobre la pudinga silícea de la base del Trías, en el límite del Trías y de las pizarras paleozóicas (fig. 25).

Examinamos después la elevada escarpa á cuyo pie está edificado Brugués: esta escarpa está formada primeramente por la Arenisca abigarrada sola; más al N. adquiere mayor altura, y el Muschelkalk se encuentra superpuesto á la Arenisca abigarrada. Esta escarpa, por encima de Brugués, se distingue desde muy lejos á causa de su gran altura (435 metros); en la cúspide hay un antiguo fuerte, actualmente en ruinas, llamado San Miquel de Aramprunyá (figs. 25 y 26). Forma el límite del Paleozóico; su longitud de S. á N. pasa de 25 quilómetros, y va desde Brugués á la peña de Droc, enfrente de Papiol,

Tomamos en seguida los carruajes que debían conducirnos hasta Begas. El camino costea primeramente la pudinga de la base del Trías; después, y subiendo, corta la Arenisca abigarrada, micácea, bien estratificada en capas que buzan al SO., y llega casi hasta el alto de la explanada de Begas. Por encima viene el Muschelkalk en

concordancia con la Arenisca abigarrada, constituyendo la colina de Padró; en la base la caliza es dolomítica; la parte superior (444 metros) abunda en *Gyroporelles*. El Muschelkalk tiene aquí un espesor de 60 metros; se prolonga hasta cerca del antiguo castillo de Aramprunyá; pero está interrumpido por el ancho barranco de la Sigronera, que comienza en la granja Las Planas (fig. 27). Desde este punto se percibe al SO. de esta meseta las arcillas rojas yesíferas (Keuper de la Guixera), así llamada por haberse explotado allí el yeso antiguamente.

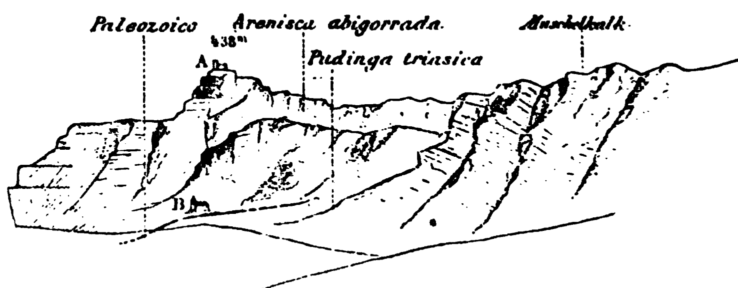


Fig. 26.—Vista de la escarpa triásica (Arenisca abigarrada) de Aramprunyá á Begas.

A, castillo de San Miquel de Aramprunyá; *B*, ermita de Nuestra Señora de Brugués.

Sobre las arcillas yesíferas descansa una serie de capas calizas, sin fósiles, que suben hasta 120 metros por encima de Las Planas y constituyen la colina de la Desfeta (513 metros) (fig. 25).

Estas capas nos han parecido del Infralías.

Desde la cúspide de la colina de Padró, en donde descansamos algunos minutos, admiramos el magnífico panorama que se extiende, sobre todo, al E. y al S.; al SE., los pueblos de Gabá y Vila de Cans, la fértil llanura del delta del Llobregat y el Mediterráneo; al E., el Montjuich, Barcelona y el macizo del Tibidabo; al N., Molins de Rey y la escarpa triásica de que hemos hablado anteriormente; al O., la fértil llanura triásica de Begas; el macizo urgoniano de Montau que vamos á atravesar, y el macizo cretáceo de Morella, perteneciente á las costas de Garraf.

Al bajar la colina por su flanco N., sobre el camino de Begas, vi-

tinos otra vez en una trinchera las calizas del Muschelkalk, muy delgadas aquí, con *Mentzelia Mentzeli* y *Terebratula vulgaris*. Desde Begas nos dirigimos hacia Vallirana, marchando primeramente sobre las arcillas rojas, carñiolas y dolomías blanco-agrisadas del Keuper, que se prolonga al O., donde sus capas se levantan y asoman al través del Infracretáceo de la parte de Olesa y de Bones Valls.

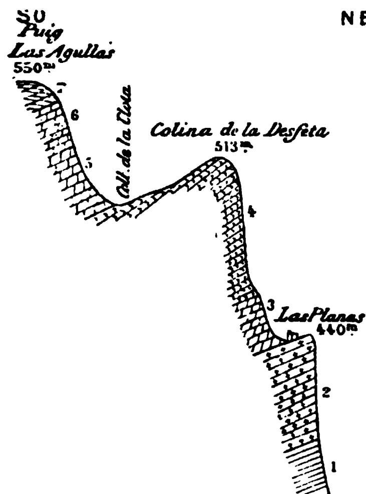


Fig. 27.—Corte del Trías y del Cretáceo desde el pico de las Águilas á la granja de Las Planas: escala de longitudes, 1/80000.

1, Arenisca abigarrada; 2, Muschelkalk; 3, samita roja con yeso y carñiolas, 4, caliza margosa; 5, samita roja; 6, dolomía negra; 7, caliza lacustre con *Paludestrina*.

En las samitas arcillosas rojas intercaladas en los bancos de dolomías ó de margas, al SO. hacia el collado Fe, se encuentran moldes de tallos de vegetales acanalados en la superficie, pero son raros. Sobre estas rocas descansan unas calizas margosas con *Natica gregarea?*, *Corbula*, etc., que se ven cerca de la granja Massaneta de Mas Grau, más allá del collado Fe.

Antes de llegar al Cretáceo se encuentran dolomías negras, con olor bituminoso cuando se las golpea con el martillo, que descansan sobre las capas superiores del borde de la llanura (Keuper ó Infralías). Esas calizas forman la base de la vertiente meridional de las colinas de Montau y de Sotarro, entre las cuales vamos á pasar. En el punto que atraviesa el sendero á la dolomía, se pasa directamente del Trías á las calizas con *Matheronia* del Infracretáceo, á la salida de la llanura de Begas. La caliza urgoniana con *Matheronia* sp. es compacta y en bancos que buzan ligeramente al O., y forma una gran parte de la meseta denominada el Pla de Ardenyá. A la derecha del collado de este nombre, y en la parte alta, se ve un retazo de caliza margosa con *Orbitolina lenticulata*, *Rhynchonella lata*, *Terebratula sella*, etc.: por lo tanto, aptiense. El Aptiense se ve aún en la extremidad NE. de la meseta y al O., constituyen-

do casi todo el macizo montañoso que separa el Panadés del mar.

En la extremidad septentrional de la meseta se encuentra otra vez la dolomía negra que hemos visto á la salida de la meseta de Begas, cubierta también por calizas lacustres con *Paludestrina* y *Physes*, y sirviendo de base á su vez á las calizas urgonianas. La caliza lacustre y la dolomía se extienden á derecha é izquierda del sendero: á la derecha, hasta la cumbre del Sotarro, descansando sobre el Trias superior, y á la izquierda buzando bajo el Urgoniano para reaparecer en la escarpa NO. de la meseta. Esta caliza lacustre es negra ó agrisada, blanda, ligera, de olor bituminoso, llena de fósiles (gasterópodos) incrustados en la roca; contrasta en la escarpa por su matiz obscuro con la caliza blanca, compacta y dura con *Matheronia*. Sobre el borde NE. de la escarpa que recorremos, los depósitos lacustres y marinos presentan muy poco espesor con relación al de la parte occidental, donde la caliza lacustre y la dolomítica alcanzan 150 metros de espesor y constituyen los picos Bernat y de la Hosca. Esto indica que el límite del lago ó del mar urgoniano no rebasaba mucho esta escarpa.

Descendiendo por la otra vertiente, encontramos las capas blancas, arcillosas ó dolomíticas, que corresponden al nivel superior del Keuper en la región. Constituyen esas capas la cumbre de la colina que domina á Vallirana, llamada el Serrat del Suro, y descansan sobre capas margosas, propias para cemento, que alternan con calizas. Estas últimas descansan sobre las samitas rojas, arcillosas y yesíferas; por debajo vienen el Muschelkalk y la Arenisca abigarrada.

En la parte S. del valle de Vallirana, el Trias ha experimentado fuertes presiones en todos sentidos, y sus capas están muy dislocadas y plegadas de manera irregular.

Por el contrario, del lado N. del valle se ve una escarpa triásica elevada (510 metros) que presenta la estratificación más regular, y en la cual se distinguen perfectamente los tres tramos del Trias.

Las capas buzan ligeramente hacia el O. Se distinguen (fig. 28): 1.°, la *Arenisca abigarrada* con pudinga en la base que asoma en el fondo del barranco; 2.°, el *Muschelkalk*, formando una cornisa escarpada; 3.°, el *Keuper*, constituído por arcillas samíticas yesíferas, calizas nodulosas con fucoides, carñiolas y calizas margosas con fucoides. El Keuper forma la peña de Can Rafel (510 metros), coronado por un depósito de guijarros urgonianos, probablemente oligocenos.

A consecuencia de la gran semejanza entre esta escarpa y la cornisa de Bedarieux (triásica en la base é infraliásica en la cúspide), pudiera deducirse que las capas de la parte alta son infraliásicas, como lo había creido M. Carez la primera vez que visitó la región. Estas capas corresponden al mismo horizonte que las de la colina de la Desfeta, en Begas, y que las del collado de las Portas, donde nos encontramos actualmente.

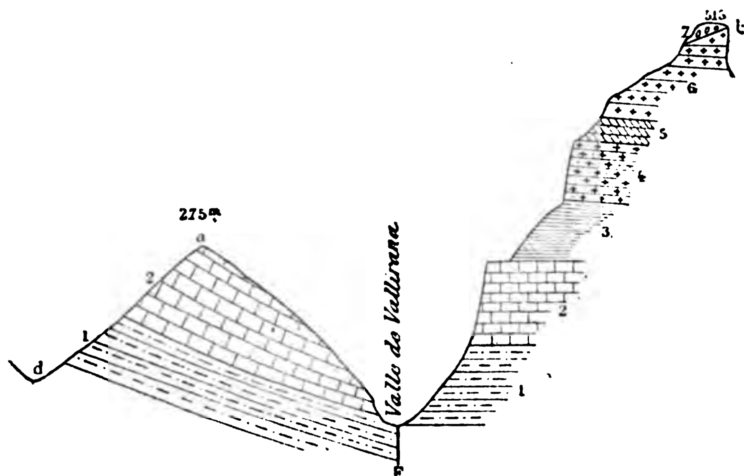


Fig. 28.—Corte transversal del valle de Vallirana: longitud, un quilómetro.

1, arenisca abigarrada; 2, Muschelkalk; 3, arcilla roja con yeso; 4, caliza margosa con *Fucoides* (Keuper); 5, carñiolas; 6, caliza margosa con *N. gregarea;* 7, depósito de guijarros (Oligoceno?); *a*, Serra Corredera; *b*, Peña Rafeli; *d*, barranco Camderros.

Desgraciadamente, ni en Begas ni aquí se encuentran fósiles propios para fijar la edad. Nosotros no hemos encontrado más que radiolas de *Cydaris transversa?*, *Natica gregarea* (muy raras) y *fucoides*. En Fontrubí, en las calizas intercaladas en los yesos, recogimos una fauna compuesta de *Lingulas*, *Miophorias* y otras bivalvas, que tienen grande semejanza con la que ha descrito d'Alberti; *Miophoria Goldfusi* y *M. vulgaris* se encuentran particularmente.

Nosotros no participamos de la opinión de los miembros de la Sociedad respecto del Infralias, porque las capas más elevadas tie-

nen el mismo aspecto y la misma facies que las que descansan directamente sobre los lechos yesíferos; además, el yeso se encuentra también en los niveles más elevados de la formación. En este mismo valle, á un quilómetro hacia el O., el yeso se observa entre las capas margosas amarillentas más altas y la dolomía obscura que forma la base del Cretáceo, como se acaba de comprobar. Puede comprobarse este hecho en otros puntos de la comarca, donde el Keuper está bien desarrollado, como en Fontrubí y del lado de la Llacuna, en que las capas yesíferas suben hasta la parte alta de la formación con sus carñiolas características.

Después de estas observaciones, se continuó el descenso por el flanco N. del Serrat del Suro, hacia el pueblo de Vallirana, y á lo largo del camino se vieron otra vez las calizas con *Natica gregarea*, las samitas, las arcillas rojas yesíferas explotadas antiguamente, y el Muschelkalk, en el fondo del barranco, buzando el conjunto hacia el O. A la derecha el Muschelkalk se levanta: sus bancos buzan hacia el S.; forma la sierra Corredera, sobre la cual está el cementerio. Esta colina es la continuación del Serrat del Suro que acabamos de pasar; pero el Keuper ha sido arrastrado por la denudación. En el fondo del valle donde está la población, se observa un desnivel bien manifiesto de las capas del lado derecho y las del izquierdo (fig. 28): el Muschelkalk está en contacto por falla con la Arenisca abigarrada; hacia arriba, esta misma falla junta el Keuper con el Muschelkalk; sigue la dirección del valle y se prolonga hacia el O. hasta un quilómetro más allá, en donde pone en contacto la caliza urgoniana y la dolomía negra infracretácea.

Desde Vallirana nos dirigimos hacia la estación de Molins de Rey para tomar el tren. Hasta Cervelló (un quilómetro) el camino corta la Arenisca abigarrada; después entra en las pizarras silurianas con graptolitos, en parte ocultas por el lehm cuaternario. Estas pizarras franquean el valle del Llobregat y se unen á las del macizo del Tibidabo, cruzadas por numerosos filones de diabasa. A tres quilómetros de Cervelló nos detuvimos para visitar el yacimiento de graptolitos del barranco de Guadalo, al pie de la torre Vileta. Estas pizarras, al contrario de las de Brugués, son negras, ampelíticas, y su fauna pertenece, según M. Barrois, al nivel más bajo de la edad de Wenlock. M. Barrois ha reconocido en ellas:

Cyrtograptus Murchisoni, Carr.; *Monograptus colonus*, Barr.; *Monograptus Riccartonensis*, Lapw.

Sobre esta vertiente, pero á cien metros más arriba, las pizarras son blancas, y en ellas se encuentra el *Monograptus priodon* (1).

Marchando hacia la estación de Molins de Rey, vemos sobre la orilla opuesta del Llobregat la montaña de Santa Creu, formada de pizarras silurianas, por un retazo de caliza compacta con facies de amigdaloide, también siluriana, cubierta á su vez por capas margosas discordantes. Estas calizas margosas presentan la facies de las de Vallcarca, Coll y Moncada (devonianas).

En las pizarras blancas se encuentran:

Monograptus triodon, Brong.
— sp.
Bastrites peregrinus, Barr.

En la caliza inferior se encuentran:

Orthoceras.
Cardiola interrupta, Sow.
Lunulicardium confertissimum, Barr.
Encrinus, tallos.

Las capas superiores margosas, discordantes sobre las capas inferiores, contienen:

Orthoceras sp., r.
— sp., c.
— sp., cc.
Panenka cf. *humilis*, Barr., c.
— sp.
Kralowna cf. *catalaunica*, Barr., c.
— sp.
Nucula sp.
Præcardium quadrans, Barr., etc.

Las pizarras con graptolitos deben pertenecer á la base del Siluriano superior (Llandovery Terannon), las calizas compactas al Si-

(1) Esta determinación se debe á M. Rupper John, á ruego de M. Barrois.

luriano superior (nivel de Camprodón) y las capas superiores margosas á la base del Devoniano (nivel de Vallcarca-Moncada). A propósito de la abundancia de lamelibranquios, M. Barrois observa que es un carácter común á todas nuestras faunas silurianas, indicando que las condiciones físicas no han variado apenas en la comarca durante esta época [1]. El Carbonífero se encuentra apoyado sobre el macizo siluriano (pizarras con graptolitos).

Inmediatamente después de haber abandonado la Torre Vileta, entramos en los límites del mar plioceno por la ribera opuesta al de Papiol. Sobre la izquierda, á 250 metros del camino, cerca de la granja Mascaró, se ve una manchita de margas plesancienses cubiertas por las arenas amarillas astienses. En ella hemos recogido los fósiles siguientes:

Nassa semistriata, Broc.
— *Hörnesi*, May.
Ringicula Gaudryana, Morlet.
Chenopus Uttingerianus, Risso.
Turritella subangulata, Broc.
Arca diluvii, Lamk.
Barbatia lactea, Lin.
Yoldia nitida, Broc.
Corbula gibba, Olivi.
Ostrea lamellosa, Broc.
— *cucullata*, Born.
— *Perpiniana*, Font.
— *Companyoi*, Font.
Anomia ephippium, Lin.
— — var. *striata*.
Pecten scabrellus, Lamk.
— *Bollenensis*, Mayer.
— *Labnæ*, May.
— *sub-Labnæ*, Alm. y Bof.
— *Cristatus*, Bronn.
— *pes-felis*, Lin.
Lithodomus lithophagus, Lin., etc.

(1) Ch. Barrois, *Observations sur le terrain silurien des environs de Barcelone*. (*Ann. Soc. geol. du Nord*, tomo XIX, pág. 67.)

Estas capas son la prolongación de las superiores del Papiol, y descansan, ya sobre las pizarras paleozóicas, ya sobre el Trías. Se las distingue fácilmente, por su color claro blanquecino ó amarillento, de las areniscas abigarradas rojizas y del Paleozóico de matiz obscuro.

Antes de llegar al puente observamos una trinchera en el Cuaternario, constituida en la base por guijarros débilmente cimentados por travertino, cubierto por un manto de lehm con nódulos que cubre los puntos más bajos de la región.

A las seis tomamos el tren en Molíns de Rey para regresar á Barcelona.

Octubre de 1898.

J. Almera.

X

EXCURSIÓN A CASTELLDEFELS Y COSTAS DE GARRAF

El jueves 6 de Octubre por la mañana salimos de Barcelona para Castelldefels, donde esperaban los carruajes para conducirnos durante la jornada á lo largo del litoral de Garraf. Ayer hemos atravesado el macizo montañoso de Begas de S. á N.; hoy lo costearemos por su borde litoral, ó de NE. á SO.

Antes de emprender la excursión por la orilla del mar, á nuestra llegada á Castelldefels visitamos la colina situada cerca de la estación, en cuya cúspide está el castillo restaurado del Sr. Girona y la iglesia. Esta colina está rodeada por el SO. y SE. de arenas cubiertas por el lehm del delta del Llobregat.

Tiene 65 metros de altitud y está constituída por margas y dolomías blanquecinas y areniscas rojas, formando bancos que buzan hacia el SO. El buzamiento nos indica, de una manera evidente, que las dolomías blancas cubren á las areniscas rojas que se muestran en la cúspide y en toda la vertiente E. de la colina. Las capas más altas, intercaladas entre la dolomía negra infracretácea y las hiladas, corresponden á las que ayer atribuíamos al Infralías, y que por falta de tiempo no pudimos estudiar en Vallirana, donde la serie se muestra completa y normal. Allí se presentan superpuestas á las capas del Triásico superior y contienen el segundo depósito de yeso de que ayer hablamos, que se encuentra en contacto con la dolomía negra; pero aquí el yeso superior falta y la estratificación ha sido perturbada.

Además, las capas en esta extremidad S. de la formación se han desviado saltando un quilómetro al O., por lo que las encontramos separadas de las capas inferiores que quedan en Gavá, en donde constituyen la colina de Calamot. Estos movimientos han sido también acompañados de un hundimiento de más de 400 metros, diferencia del nivel entre la explanada de Begas (donde hemos visto estas capas) y Castelldefels. En cuanto á las capas rojas con yeso inferior, evidentemente del Keuper, se encuentran algo más al N., como á unos 800 metros de aquí; éstas han sido en parte arrastra-

das por la denudación, ó están parcialmente ocultas por el manto cuaternario que se extiende entre Castelldefels y Gavá.

Algunos de nuestros compañeros creen que algunas de las capas pueden ser referidas al Lías ó al Rético, ó á las dolomías hetángicas, á consecuencia de su semejanza con las rocas de Provenza correspondientes á estos tramos.

Desgraciadamente faltan los documentos paleontológicos para determinar su edad de una manera cierta. Solamente en Begas, cerca de Coll Fe, como decía ayer, he encontrado en la faja lenticular de arenisca roja samítica un fragmento de molde de tallo acanalado *(Equisetum?)*, y *Natica gregarea* en las margas que cubren las areniscas rojas, y que á su vez están cubiertas por la dolomía negra.

A estos hechos, que me impiden participar de la opinión de mis compañeros, y que me inclinan á atribuirlos al nivel más alto del Trías, añadiré que en la sierra de la Llacuna, donde estas mismas capas están muy desarrolladas, como se verá en la tercera hoja geológica que debe aparecer próximamente, he encontrado losas cuajadas de *Natica gregarea*, *Turbonilla* sp., *Avicula Bronni*, Müns., var. Además, en Pontons, aparte del yeso, la galena, la blenda y la calamina que antes se explotaron, he encontrado en este nivel, cuyas capas están cubiertas por carñiolas y éstas por una lumaquela, *Cassianella* sp., parecida á *C. decussata* y *C. planidorsata*, que son muy frecuentes, sobre todo la primera, en San Casián de la Torre (1).

Primeramente atribuí esta formación al Lías; pero la persistencia del yeso en el nivel superior en toda la comarca, y, sobre todo, los fósiles que he descubierto, me han inclinado á modificar la opinión respecto á este particular.

Después de haber dado la vuelta al antiguo castillo, cuyo subsuelo travertinoso contenía un fragmento grueso de pubis de *Elephas?*, volvimos al camino, donde los carruajes nos esperaban para transportarnos al pie de la primera colina de las costas de Garraf, llamada Torre Barona (60 metros), á un quilómetro de Castelldefels, último contrafuerte del macizo cretáceo de la Morella (596 metros).

Antes de tomar los carruajes, visitamos las dunas que bordean el litoral arenoso del mar y las arenas que, arrojadas por el viento contra la escarpa, permanecen allí ocultando su parte inferior y media.

(1) MM. Bergeron y Munier-Chalmas han tenido la amabilidad de confrontarlos con los ejemplares de la Sorbona.

Hace solamente ciento cincuenta años que las olas batían esta escarpa que hoy está á más de 350 metros del mar.

Además de que la historia y la tradición nos confirman este hecho, tenemos la prueba por la presencia de moluscos litorales marinos, cimentados por el travertino actual contra las paredes de la pequeña gruta del promontorio llamado Morro del Gos, casi ya desaparecido por efecto de la explotación de caliza para la fabricación de la cal. En efecto: con el Sr. Bofill hemos recolectado á un metro y medio de altura sobre el suelo especies vivientes hoy en la costa; tales son:

Mytilus galloprovincialis, Lamk.
Arca Noæ, Lin.
Pectunculus violacescens, Lamk.
Cardium edule, Lin.
Venus gallina, Lin.
Mactra stultorum, Lin.
Patella cœrula, Lin.
Conus mediterraneus, Brug.

Esto nos demuestra claramente los progresos de avance del delta del Llobregat, que se sabe es próximamente dos metros por año, y la elevación de la costa en este sitio.

Examinamos después la escarpa constituída por dolomias negras que buzan al principio al O. y descansan inmediatamente sobre las capas arenosas rojizas precedentes, de las que vemos un retazo próximo á la granja Aymerich. En la escarpa litoral de Garraf encontramos toda la serie de capas de que está constituido el macizo; al mismo tiempo nos daremos cuenta de los accidentes dinámicos locales (fig. 29).

1.° (*a*). Dolomia obscura y aun negruzca. Es la misma que hemos encontrado ayer entre Begas y Vallirana. Buza fuertemente (20 á 30 grados) hacia el SO., presenta aspecto brechiforme y desprende olor fétido por la percusión. Su espesor es variable: aquí no alcanza más que 120 metros próximamente, mientras que al O. de Vallirana pasa de 350 metros. Forma una especie de cintura de longitud y espesor variables alrededor y en la base del macizo cretáceo. Del promontorio de Torre Barona continúa hacia el interior del macizo, constituyendo primero el contrafuerte de la Pleta del Cier-

vo (325 metros), que forma el penúltimo contrafuerte de Morella, el Puig (pico) de las Agullas, Soliu, Puig Sayada de Begas, etc. Estas rocas son por su aspecto muy semejantes á las del Jurásico medio (Bajociense y Batoniense) ó capas del Larzac; pronto veremos, sin embargo, que quizá sean de época más reciente. En su parte superior se ven intercaladas calizas lacustres grises, negruzcas, con fósiles de agua dulce engastados en la roca. La dolomía desaparece en la parte más alta, quedando solas estas calizas, que entran también en la constitución del macizo.

2.° A partir de la pequeña collada por debajo de la Torre, se entra de lleno en las calizas lacustres (*b*), continuación de las dolomías. Descansan sobre ellas en discordancia de estratificación, buzando siempre en el mismo sentido, pero menos fuertemente. Son blan-

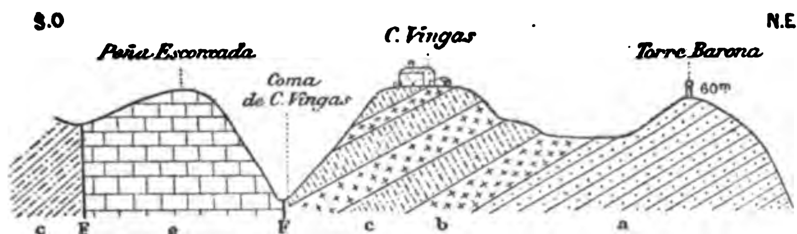


Fig. 29.—Corte de Torre Barona á Penya Escorxada: escala, $^1/_{100000}$.

a, dolomía negra (Purbeck?); *b*, caliza lacustre con *Paludestrina* (Vealdense); *c*, caliza compacta con *Materonia* alternando con la caliza lacustre (Barremiense); *e*, caliza margosa con *Pholadomya semicostata* (base del Aptiense).

das, friables, ligeras, bituminosas, constituyendo una masa de 40 metros de espesor próximamente, formada por lechos gris-obscuros, alternando con otros de color más claro. Algunos bancos contienen pequeñas especies lacustres y salobres; pero, por desgracia, son específicamente indeterminables. Hemos recogido con el Sr. Bofill los géneros *Paludestrina*, *Bithynia* y *Physa*, que parecen semejantes á los tipos del Vealdense. La presencia del género *Physa* no permite atribuirlas á edad anterior al Purbeckense, porque, según se sabe, fué cuando apareció el mencionado género [1]. Encontrándose intercala-

(1) F. Bernard, *Elements de Paleontologie*, pág. 512.

das estas calizas en las dolomías, deben corresponder á la misma edad y no pueden ser referidas al Jurásico medio.

3.° Unos cien metros más lejos, á las calizas lacustres suceden calizas compactas y más pesadas con *Matheronia* sp. [1], incrustadas en la roca (fig. 29, *c*). Las capas están menos inclinadas, pero buzan siempre en la misma dirección. Más allá veremos que las calizas con *Matheronia (c)* son completamente independientes de las formaciones salobres. Están en contacto por falla con la dolomía negra, como se puede observar á poca distancia al NO. de la granja Vinyas (antes San Salvador), y deben ser referidas al Barremiense de arrecife. Durante la jornada observaremos que alcanzan gran espesor.

4.° Bajando la colina, y después de haber franqueado el barranco Coma-Vinyas, encontramos la primera mancha (fig. 29) de caliza marina intercalada por falla entre las calizas con *Matheronia*, que tocan á la dolomía negra. Esta mancha, que tiene 40 metros de alto por 70 de largo, constituye la colina llamada Penya Escorxada. La caliza que la constituye es margosa, amarillenta y se muestra en la escarpa en bancos irregulares, descansando sobre calizas más duras, más obscuras, con foraminíferos y *Cerithium*. Es bastante fosilífera. La fauna es litoral; abundan, sobre todo, los lamelibranquios; he aquí los géneros conocidos:

Aporrhais sp.
Ostrea pequeña, gr. *sandalina*, Gold.
Avicula cf. *supracorallina*, Ct.
Inoceramus sp.
Mytilus sp.
Arca sp.
Leda sp.
Cardium sp.
Lucina sp.
Protocardia sp.
Astarte sp., gr. *Bulla*.
¿*Pleuromya* sp.
Pholadomya semicostata, Agass.
— *Trigeriana*, Cott.

(1) La determinación de este tipo es debida á la amabilidad de M. Paquier.

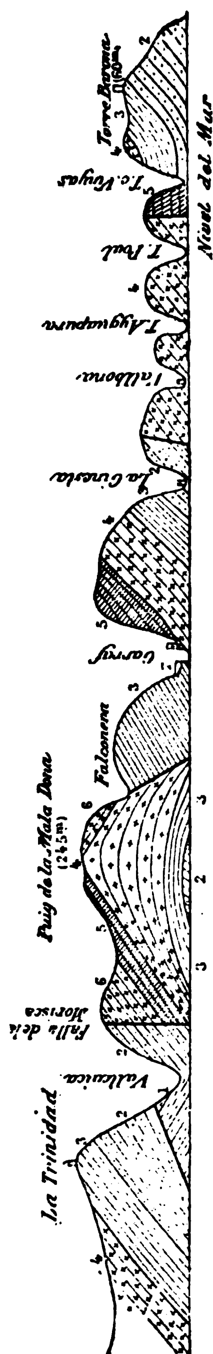


Fig. 30.—Corte general de la escarpa de Garraf: escala, 1/60000: alturas libres.
1, caliza (Lias?); 2, dolomía negra; 3, caliza con *Bithynia*; 4, caliza con *Matheronia*; 5, margas y calizas con *Astarte*, gr. *Bulla*, etc.; 6, margas y calizas con *Orbitolina lenticulata*, etc.; 7, limo cuaternario.

Anatina sp.
— sp.
Operculina cruciensis, Pict. y Camp.
Orbitolina sp. (muy escasa).

Estas capas de fauna litoral pertenecen á la base del Aptiense; se muestran en otros diversos parajes de este macizo siempre más altas y más desarrolladas, y cubriendo en todas partes las calizas con *Matheronia*. Así se encuentran por encima de la granja Garraf, en la cúspide del Puig de la Mala Dona, y, en fin, en el interior sobre la vertiente del Panadés, por cima de la casa de la Valenciana (Gélida), así como hacia la base del Puig de la Mola (Olesa de Bonesvalls).

En todos estos puntos pasan á las capas claramente aptienses con *Orbitolina conoidea* ó *discoidea*, *Heteraster oblongus*, *Janira Morrisi*, etc.

Después de esta intercalación, las capas con *Matheronia* (fig. 30) siguen el borde litoral del macizo; tocan siempre por falla á la dolomía negra, hasta más allá de la granja de Vallbona, en una longitud de tres quilómetros.

Pasada esta casa, reconocimos en la caliza con *Matheronia* del camino *Ostreas* (*Placunopsis?*), *Terebratula Sueuri*, Pictet, y foraminíferos (*Nonionina*) cf. *Villersensis* de Loriol, y luego descendimos á la vía férrea que pasa junto al mar.

Para ver mejor en la trinchera el contacto por falla de la caliza

con *Matheronia* con la dolomía, en la peña llamada Peu de la Cesta, situada entre las casas Vallbona y la Ginesta, hemos encontrado otra vez la falla vertical curvada. La dolomía llega hasta el mar y no ocupa más que la pequeña ensenada de la Ginesta; está cubierta por calizas lacustres ó salobres en lechos que buzan 15° O.SO., y á su vez sirven de apoyo á la masa de caliza con *Matheronia*, llamada Pic de Martell. Sobre estas capas descansan en discordancia de estratificación lechos margosos con fauna litoral, de que hablaremos en seguida. Abandonamos la vía para volver al camino que pasa á cinco metros por encima, y antes de dejar el borde O. de la ensenada, encontramos cerca de la dolomía la misma serie, es decir, la caliza lacustre con *Paludestrinas*, acompañada de una hilada de calizas compactas con *Cerithes* y *foraminíferos*. Las capas buzan fuertemente al SO. Más allá encontramos de nuevo las calizas compactas con *Matheronia* que buzan en el mismo sentido; pero están cruzadas por pequeñas y numerosas fallas, y por consecuencia el buzamiento de los estratos varía á cada paso. Sobre el borde E. de la ensenada de Garraf la inclinación es muy fuerte, resultando las capas casi verticales.

Algunos metros por encima del camino se ven las calizas con *Matheronia* cubiertas por otras con intercalaciones de margas amarillentas fosilíferas. Estas capas buzan en el mismo sentido, pero no son por completo concordantes con las de *Matheronia;* aparecen en diversos sentidos y niveles distintos en esta vertiente, donde no hemos tenido tiempo de subir. Yo he encontrado las especies siguientes:

Anomia sp.
Cardium sp. (tres especies).
Nucula sp.
Perna sp.
Avicula sp., cf. *supra corallina.*
Arca sp.
Leda sp.
Lucina sp.
Astarte, gr. *Bulla.*
Pholadomya semicostata, Agass.
Pleromya sp.
Anatina sp.

Corbula cf. *Forbesiana* de Lor.
— cf. *inflexa*, Rœmer.
Cyrena cf. *Villersensis* de Lor., etc.

Hacia la cúspide las calizas están en lechos delgados más margosos y fosilíferos, con olor bituminoso por el choque y completamente semejantes á las de la Penya Escorxada, inmediata á la granja Vinyas. Forman una meseta de poca extensión llamada Pla de Llacsí. La fauna es litoral todavía y muy semejante á la precedente; pero contiene algunos tipos especiales, y algunas de las especies son más frecuentes.

Entre otras especies, se hallan:

Nerinœa Utrillasi, Vern. y Coll.?
— *Dupiniana*, d'Orb.
— *Carteroni*, d'Orb.
Cerithium tenebroides, d'Orb.?
Bulla avellana, Pict. y Camp.
Janira atava, d'Orb., c.
Ostrea Boussingaulti, d'Orb., var.
Cardium Euryalus, Coq.
Tellina aff. *Carteroni*, d'Orb.
Psammobia Studeri, Pict. y Camp.?
Pholadomya Trigeriana, Cott., c.
— *Cornueliana*, d'Orb.
¿*Thracia Carteroni*, d'Orb.
Corbula Edwarsi, Scharpe.
Operculina cruciensis, Pict. y Camp., c., etc.

Más allá, hacia el NO., en el Pla de Llacsí, se ve el paso de esta hilada á la de *Orbitolina* (*O. conoidea* y *O. discoidea*), *Hateraster oblongus*, etc., constituido ya por calizas margosas amarillentas grises, ya por calizas compactas con *Orbitolinas*, cuya hilada corta la carretera en la Morisca.

El nivel de las capas con *Orbitolinas* comprende la serie más potente y fosilífera, y es la más conocida por los geólogos que han visitado la región y han estudiado el Cretáceo inferior. En este macizo se distinguen diversos niveles que veremos más adelante.

La ensenada de Garraf, así como las de Vallbona y la Ginesta,

contienen un depósito de limo cuaternario noduloso que oculta las rocas cretáceas. A la formación de esta ensenada ha contribuido un pliegue-falla que cruza estas rocas, y posteriormente la denudación.

En efecto: mientras que en la vertiente de Garraf las capas buzan, como hemos observado, hacia el litoral, por el contrario, sobre el borde del mar, en la punta de los Carabineros, buzan hacia el interior. Al mismo tiempo hay desnivel de las capas que forman las dos orillas del barranco.

Desde el caserío de Garraf nos volvimos en carruaje á Vilanova, continuando á la ligera el estudio de la escarpa infracretácea.

En Garraf el camino corta las capas más bajas del Urgo-aptiense con fauna litoral (*Cerithium*, *Ostrea*, *Anomia*, *Cyrena*, *Cardium*, *Anatina*, *Corbula*, etc.), cuyo conjunto tiene muchas relaciones con la fauna infracretácea de Villers le Lac, en el Jura. Estas capas descansan sobre las barremienses con *Matheronia*, que se manifiestan hacia el fondo del barranco de Garraf que costea el camino. La dolomía no aparece en este punto; cerca, en la escarpada roca de la Falconera, se ven en alternancia capas marinas con *Rudistos* y depósitos salobres con *Bithinia*.

Algo más lejos, el camino corta los bancos urgo-aptienses de caliza dura con *Toucasia*, semejante á *T. carinata* (1). Entre las calizas se intercalan fajas margosas con *Orbitolina* (*O. discoidea*, *O. conoidea*), *Pholadomya spheroidalis*, *Echinospatagus Collegnoi*, etc. Se puede observar esta intercalación cerca del camino en el barranco de la Ensulsiada. Después de haber franqueado este barranco, el camino describe una curva y sube hasta el collado del Pas de la Mala Dona. Desde este collado (85 metros) el camino, construído sobre la escarpa, desciende siempre, en la longitud de un quilómetro, hasta el barranco de la Morisca (25 metros).

En el corto trayecto que precede al collado hemos seguido una falla que pone en contacto anormal las capas con *Paludestrinas* que forman la roca Falconera del lado del mar, con las capas de *Orbitolinas*. Al mismo tiempo hemos atravesado un pequeño pliegue sinclinal en que los bancos de caliza, buzando hacia el SE., forman la rama E. del anticlinal del Pas de la Mala Dona, al cual es debida la

(1) Según M. Paquier, que ha tenido la bondad de hacer el estudio, la sección de la lámina *myophora* la asemeja á la *T. carinata*.

escarpa sobre la cual están construidos, en su nivel inferior, la línea férrea y el camino en su nivel medio.

En esta escarpa, que tiene 245 metros, se ve la serie de todas las capas que acabamos de enumerar y que entran en la constitución del macizo cretáceo de Garraf. En la parte inferior asoma la dolomía negra bañada por el mar, que la comunica un matiz negro más acentuado. Por encima descansan calizas salobres, blandas, con *Bithinya* sp., *Cerithium* sp., pasando del nivel de la vía; las capas con *Bithinia* están cubiertas por calizas de *Matheronia* con lentejones margosos, negros, conteniendo las especies marinas litorales siguientes: *Janira valanginiensis*, Pict. y Camp.; *Pinna* cf. *Ricordeana*, d'Orb.; *Ostrea* cf. *macroptera*, Sow.

En el nivel medio del camino las calizas marmóreas que suben casi hasta la cumbre de la escarpa contienen lentejones margosos, amarillentos, con

Turbo cf. *intermedius*, Land.
Natica Coquandiana, d'Orb.
Cassiope sp., cf. *Lujani*, Verneuil.
Ostrea cf. *macroptera*, Sow.

La cumbre está constituída por capas de caliza margosa fosilífera, que contienen la fauna de la Penya Escorxada, y sobre todo del Pla de Llacsi, que se encuentra hacia el N. de la granja de Garraf, á 400 metros por encima del nivel del mar. Se encuentran con abundancia:

Nerinea Dupiniana, d'Orb.
Janira atava, d'Orb.
Pholadomya Trigeriana, Cott.
Operculina cruciensis, Pict. y Camp.

Este nivel existe también cerca de la casa Jacas (Begas), en la vertiente meridional de la Mola, en el interior del macizo.

Por encima de las capas de fauna literal vienen las capas aptienses (s. st.) calizas y margosas; las margas están más desarrolladas. Son de color amarillento, á veces blanquecino y muy fosilíferas; han desaparecido, por denudación, de la cumbre; pero subsisten sobre la vertiente NO., por debajo de la casa Ametller (aldea de Campdasens), y en la vertiente SO. del caserío Morisca, donde están corta-

das por el camino. Contienen el primer nivel con *Orbitolinas (O. discoidea, O. conoidea)*, y además *Heteraster oblongus*, algo deformados; *Terebratula sella* y *Rynchonella lata*, y también las especies siguientes:

Ostrea Boussingaulti, d'Orb.
Janira Morrisi, Pictet y Renev.
Plicatula placunea, Lamk.
Lima Cottaldina, d'Orb.
Requienia Lonsdalei, auct. *(carinata?)*
Pinna Robinaldina, d'Orb.
Circe sp.
Pholadomya spheroidalis, Coq.
Pterocera pelagi, Brongn.
Trochus logarithmicus, Land.
Tylostoma Rochatiana, d'Orb.
Cassiope Pizcuetana, Vilanova, etc.

Este primer nivel de *Orbitolinas* está cubierto por encima del camino y en la vertiente NO. por margas blanquecinas y amarillentas con intercalaciones de bancos de caliza, y contienen el segundo nivel de *Orbitolinas*, encontrándose además de éstas las siguientes especies:

Dendrogyra Carmonæ, Mall.
Echinospatagus Collegnoi, d'Orb., c.
Heteraster oblongus, d'Orb., r.
Diplopodia Almeræ, Lambert (in litt. semej. á la *D. dubia*).
Codiopsis Lorini, A. Gras.
Phyllobrissus Kiliani, Lamb., in litt.
Discoides decoratus, Desor.
Rhynchonella lata, d'Orb.
Terebratula sella, Sow.
Exogyra Couloni, Defr., var. *aquila*.
Janira Morrisi, Pict. y Renev.
Lima Cottaldina, d'Orb., c.
Pinna Robinaldina, d'Orb.
Arca sp.
Isocardia neocomiensis, d'Orb.

Tapes paralella, Coquand.
Natica sp.
Tylostoma Rochatiana, d'Orb., etc.

En el interior del macizo, se encuentra el tránsito de la facies litoral; á la fangosa constituído por margas de color azul obscuro inferiores á las capas de *Orbitolinas* y de *Echinospatagus*. Estas margas contienen ammonites característicos del Aptiense inferior:

Acanthoceras cf. *Milletianum*, d'Orb.
A. nodosocostatum, d'Orb., *Sonneratia?*
Anisoceras (Ancyloceras?) carcitanense, Math.
Hamites, sp., próxima de *Royeri*, d'Orb., etc.

Todo este conjunto de capas que constituyen el macizo infracretáceo corresponden á la facies pirenáica del Urgo-aptiense, puesto que está caracterizada por el predominio excepcional de las calizas de arrecife con *Rudistos* y capas con *Orbitolina* mientras que la parte limosa es delgada y de menos importancia que la de arrecife.

En la Morisca, cerca del túnel de la vía, hemos observado una falla vertical bien manifiesta, en la cual las capas calcáreo-margosas urgo-aptienses, que buzan hacia el SO., están en contacto por falla con la dolomía negra que constituye la Punta de la Morisca. La falla se dirige de E. á O.: del lado E. entra en el mar, y por el opuesto pasa por la colina de la Trinitat. En la parte inferior de esta última colina, del lado del mar, aparece una falla que pone en contacto la dolomía negra con calizas en lechos que todos hemos referido, como yo lo había hecho, al Lías inferior [1]. Desgraciadamente los fósiles no existen. Estas calizas presentan un aspecto diferente por completo del de las demás calizas que hemos visto durante el día.

Más allá, bajo las calizas en lechos, vienen otras en capas delgadas acompañadas de una dolomía granuda acribillada de agujeros tapizados de calcita. Estas han sido atribuidas al Infralías, aunque la carencia de fósiles no permite asegurarlo. Constituyen la Punta Ferrosa de la escarpa. Más allá se encuentra la pequeña ensenada de Cala-Forn, donde las calizas están ocultas por el cuaternario brechífero.

(1) *Crónica científica*, tomo XIX, pág. 177, 1894.

A un nivel más alto, por encima de las calizas liásicas, vuelve á encontrarse la dolomía negra con intercalaciones de caliza con *Paludestrina*, *Cerithes*, etc., cubierta á su vez por la caliza de *Rudistes* (*Matheronia* sp.)

Esta última forma el resto de la costa hasta Sitjes, pueblo edificado sobre una roca escarpada que baña el mar y rodeada en el resto de limo cuaternario.

El Cuaternario ocupa toda la llanura ó ensenada de Sitjes en más de dos quilómetros; está limitado al S. por la playa arenosa, y al E., al N. y al O. por el Barremiense de arrecife.

Más allá de la llanura nos encontramos otra vez en la caliza barremiense, sobre la cual está trazado el camino; dejamos éste antes de llegar al collado de la Mata (granja), donde comienza la cuenca terciaria de Vilanova.

En el collado se muestran ya las capas más bajas del Mioceno de esta región (Tortoniense); el depósito litoral de guijarros que forma como un cinturón alrededor de la cuenca de Vilanova, descansando en todo su perímetro sobre la caliza infracretácea que limita la cuenca. Por lo demás, el Cretáceo sirve de *substratum* á los depósitos terciarios que ocupan toda la cuenca de Vilanova, depósitos que pertenecen al Mioceno medio marino y al Mioceno superior salobre.

Después de un recorrido de cuatro quilómetros á través de la llanura, llegamos á Vilanova á las siete de la tarde.

Octubre de 1898.

J. Almera.

XI

ALREDEDORES DE VILANOVA Y DE VILLAFRANCA

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA DE VILANOVA

Esta cuenca, de poca extensión, tiene la forma de un circo abierto solamente del lado del mar. Geográficamente está limitada al N. por el macizo infracretáceo del Montgrós (375 metros) y sus contrafuertes miocenos; al E. con la colina infracretácea de Miralpeix (107 metros) y la de San Cristóbal (50 metros), bañada por el mar; al S. por el mar, y al O. por el pequeño promontorio de San Gervasio (25 metros), las colinas de las granjas Vallés (77 metros) y Roque (105 metros). Geológicamente es más extensa, sobre todo por el lado NE., puesto que no está limitada más que por el círculo de colinas cretáceas, en el cual la villa y el llano de Ribas están comprendidos. Abarca, pues, una extensión de 16 quilómetros cuadrados. Está atravesada por tres arroyos: el de la Piara, que tiene su origen al NE. en la casa Serra; el de la Pastera, que desciende de la casa Artis al NO., y el de San Juan, que fluye del caserío las Mezquitas situado más al NO. Los tres desembocan en el Mediterráneo, por la abertura que hay entre los promontorios infracretáceos de San Cristóbal y San Gervasio.

Se trata, pues, de un golfo de los últimos tiempos del período mioceno que penetraba entre la cordillera del Montgrós y el contrafuerte litoral de Miralpeix-Benaprés hasta Ribas, aunque esta última cuenca esté hoy día á un nivel superior al de Vilanova. Esto es lo que prueban la naturaleza litológica de los depósitos que actualmente separan estas dos pequeñas cuencas, y las especies marinas contenidas en sus capas: pertenecen todas á la época tortoniense-pontiense, como hemos visto antes. La excursión de esta mañana tiene por objeto, sobre todo, estudiar los depósitos terciarios de la cuenca.

Encontramos la misma serie de capas que ayer, al principio de las costas de Garraf: la dolomía negra en la base y las calizas marmóreas con *Matheronia* é intercalaciones de caliza con *Bithinia*. En

la trinchera de la vía hemos buscado sin éxito el contacto normal de la dolomía con el Barremiense; las fallas que allí existen se oponen siempre á que esta superposición se haga visible.

Después subimos á la colina sobre la cual está edificada la casa Solicrup, atravesando de nuevo la caliza urgoniana y una faja de Cuaternario limonoso, travertinoso, que oculta al Urgoniano y parte del Tortoniense marino, y hemos llegado á la granja edificada sobre el Tortoniense con *Ostrea gingensis*, *Pecten galloprovincialis*, etc.

Bajo la misma granja Solicrup, un corte muestra la sucesión de hiladas del Tortoniense marino, continuación de las del centro de la cuenca, levantadas en los bordes.

He aquí la serie (fig. 31) que se observa de arriba abajo:

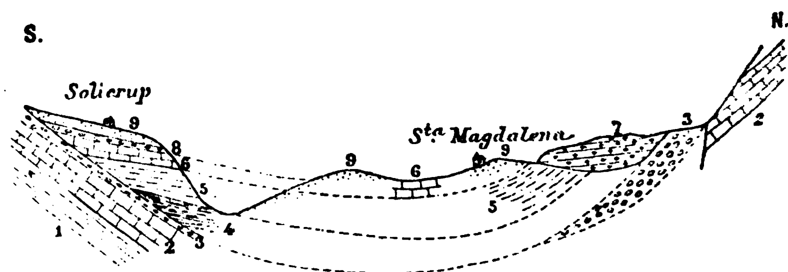


Fig. 31.—Corte de la cuenca terciaria de Vilanova: escala de $^1/_{60000}$.

1, dolomía negra; 2, caliza barremiense; 3, depósito inferior de cantos rodados (Tortoniense); 4, capa arcillosa azulada (Tortoniense); 5, capa arcillo-gredosa con *Pecten galloprovincialis;* 6, banco de caliza grosera con *P. cathedralis;* 7, margas con *Potamidos* (Pontiense); 8, depósito de cantos, superior; 9, limo cuaternario.

1.° Depósito delgado de guijarros (Cuaternario) (núm. 8 del corte), 0m'50.

2.° Banco de caliza basta (núm. 6), cuajado de moldes y jacillas de especies litorales, entre las cuales se halla en abundancia la *Turritella cathedralis*, Brong. (espesor, 5m'50), con:

Nassa flexicostata, Bellardi.
Conus Berghausi, Michelotti.
— *Tarbellianus*, Grat.
— *canaliculatus*, auct.
Pleurotoma asperulata, Lamk.

Pleurotema Jouanneti, Desm.
Cerithium pictum, Bast.
Turritella (Proto) rotifera, Desh.
Ostrea gingensis, Schlot. Esta forma bancos con *O. crassisima* en otros sitios.
O. Digitalina, Dub.
Anomya ephippium, Lin.
— *costata*, Broc.
Pecten latissimus, Broc.
Leda pella, Lin.
Cardium aculeatum, Lin.
Lucina ornata, Agass., var.
— *exigua*, Michelotti.
Venus Dujardini, Hornes.
— *multilamella*, Lamk.
— *plicata*, Gmelin.
Lutraria sanna, Bast.
Panopœa Menardi, Desh., etc.

3.° Arcillas amarillentas arenosas (núm. 5), 8 metros, con:

Mesalia Cabrierensis, Tourn.
Turritella bicarinata, Eichv., c.
Scalaria tenuicostata, Michaud.
Nucula nucleus, Lin.
Tellina planata, Lin.
Corbula gibba, Olivi, cc., etc.

En la parte inferior se hacen más arenosas y son frecuentes los *Pecten*:

Pecten galloprovincialis, Math.
— *vindascinus*, Font.
— cf. *Hausmanni*, Goldf., etc.

4.° Arcillas amarillentas y azuladas (núm. 4), formando en el centro el nivel más bajo con *Pleurotomas (P. semimarginata)*, *Trochus (T.* cf. *Bosciensis*, Brong.), etc.

5.° Depósito inferior de cantos calizos de la base del Tortoniense (núm. 3), que descansa directamente sobre la formación infracretá-

cea y forma el borde de la cuenca, siendo su espesor variable, según los puntos, de 3 á 8 metros.

Las capas tortonienses están cubiertas, en el centro de la cuenca, por el Cuaternario superficial del llano. Las volveremos á encontrar, cruzando la llanura á dos quilómetros al N. de Solicrup, cerca de la ermita de Santa Magdalena. Veremos, en efecto, que á la serie marina sigue un depósito salobre, pues detrás de Santa Magdalena, en el camino transversal de la torre del Veguer, se encuentran nuevamente las arenas finas marinas con *Corbula gibba*, *Ervilia pusilla*, *Tellina*, *Venus*, etc., cubiertas por margas blanquecinas bituminosas (núm. 7), en lechos, con numerosas jacillas de *Potamidos* y de *Bithinias*.

Más arriba, al pie de la colina de Veguer (lado del S.), en la base se ven margas verdosas amarillentas friables, cuyo matiz es debido á la alteración de los óxidos de hierro que contienen bajo la forma de nódulos. Estas capas tienen de 6 á 7 metros de espesor; por encima aparecen lechos margosos acribillados de jacillas de fósiles salobres y, sobre todo, de *Potamidos*, y también moldes de *Helix*.

Del lado del N., la capa con *Potamidos* descansa directamente sobre el depósito inferior brechoide de cantos calizos con arena, que á su vez se apoya sobre la caliza infracretácea. El espesor en conjunto, del depósito salobre, es próximamente de 65 metros. Las especies no son numerosas; pero los ejemplares de *Bithinia* y, sobre todo, de *Potamidos*, son muy abundantes.

He descrito y representado con el Sr. Bofill las especies siguientes encontradas en este punto (1):

Potamides catalaunicus, A. y B.
— *Gertrudensis*, A. y B.
Melania (?) *catalaunica*, A. y B.
Bithinia Luberonensis, Fisch. y Tourn., var. *Venerea*, Font.
— *Luberonensis*, Fisch. y Tourn., var. *minor*, A. y B.
— (?) *Cubillensis*, A. y B.
Neritina Grasiana, Font., var. *catalaunica*, A. y B.
Helix Turonensis, Desh., var. *tortonica*, A. y B.
Limnœa Bouilleti, Michaud, var. *Gertrudensis*, A. y B.
— *Garnieri*, Font., var. *Rippensis*, A. y B.
— *subminuta*, A. y B.

(1) Fauna salobre tortoniense de Villanueva y Geltrú, 1895 (*B. R. A. de Ciencias de Barcelona)*.

Esta fáunula y las relaciones estratigráficas de estas capas con el Tortoniense marino, nos indican que el depósito debe ser referido al Pontiense.

Esta formación salobre, así como el depósito marino, además de algunos retazos del centro de la cuenca, aparece en los bordes N. y NO., y se extiende más allá hacia el O. Pasa por la granja de Ricard, franquea el río Foix y llega á las alturas de la granja Puig de la Tiula (Cubellas).

Tomamos después el coche para Villafranca y atravesamos de nuevo toda la cuenca terciaria de S. á N. Hacia el borde septentrional encontramos otra vez en la trinchera del camino la caliza margosa pontiense con moldes de *Helix turonensis*, var. *tortonica*, que descansa sobre el guijo del río mezclado con arena.

Un poco más lejos vimos de nuevo la caliza compacta barremiense con *Matheronia* y *Bithinia*, que forma el anticlinal que vamos á atravesar. En los bancos que buzan hacia el N., antes de llegar al collado llamado Alt de San Juan de Canyellas, observamos un lentejoncillo de margas amarillentas con *Orbitolinas (O. discoidea, O. conoidea)*, *Heteraster oblongus*, *Pholadomia spheroidalis*, *Circe* sp., etc., intercalados en los bancos calizos aptienses. A un nivel más alto, hacia el O., hemos visto margas blanquecinas muy extendidas con abundancia de *Echinospatagus Collegnoi*, *Rhynchonella lata*, *Terebratula sella*, *Lima Cottaldina*, etc.

La cuenca de Canyellas que estamos atravesando, y que está constituída por el Aptiense, aparece cubierta por un manto de lehm cuaternario. En el pueblo encontramos el segundo tramo mediterráneo, descansando en transgresión sobre el Cretáceo. Constituye la pequeña colina sobre que están edificados la iglesia, el cementerio y el antiguo fuerte; en la base se observa un conglomerado brechoide de elementos calizos de origen local, cubierto por una caliza de arrecife con *Ostrea gingensis*.

Se le observa á los dos lados del arroyo que bordea el camino cubriendo el Cretáceo en discordancia de estratificación. Contiene:

Cerithium pictum, Bast.
— *mutabile*, Grat. var.
— *europæum*, May.
Turritella cathedralis, Brong.
— *terebralis*, Lamk.

Turritella gradata, Menk.
Pecten galloprovincialis, Math.
— sp.
Lithodomus lithophagus, L.
Chama gryphoides, Lamk.
Lucina exigua, Michelotti.
Venus Aglauræ, Brong.
Tellina compressa, Broc.
Lithothamnium sp.
Políperos y briozoarios.

Estas capas son, pues, sencillamente un depósito de estuario correspondiente al segundo tramo mediterráneo; fueron depositadas por el mar, que rebasó la orilla del Panadés pasando por la aldea de Arbosa. Este es el único punto en que se ve este depósito ligado á la formación sincrónica del Panadés. Constituye una manchita de 15 á 20 metros de espesor, 4 quilómetros de largo y un quilómetro de ancho.

Más allá dejamos el segundo tramo mediterráneo y encontramos de nuevo el Infracretáceo hasta la cuesta de la aldea de Plana Rodona (San Miguel de Olérdola), donde le vemos cubierto en discordancia, no por el segundo tramo mediterráneo, sino por el primero (Burdigaliense superior). Llegamos en seguida á la entrada del llano de la cuenca miocena del Panadés: su presencia en el borde meridional de la cuenca nos demuestra de una manera evidente que el hundimiento de esta cuenca data de época anterior al Mioceno. Las escarpadas orillas del arroyo de Canyellas, que bordeamos á partir del pueblo de este nombre, nos muestran la base del Aptiense, y más arriba el Burdigaliense. En la trinchera del camino vimos que este último comienza por pudingas de elementos calizos más ó menos rodados que alcanzan á veces dimensiones hasta de 2 á 5 metros, y formados á expensas de la roca subyacente. Están cubiertos por una caliza compacta y dura con *Lithothamnium*, llamada caliza morrillo por M. Vézian. Esta roca demuestra evidentemente la proximidad de la costa burdigaliense.

Por encima viene una caliza semicristalina, semicompacta, con manchitas amarillas y rojas, cavernosa, con fractura plana que determina una superficie más ó menos granuda ó en relación con la estructura cristalina de la roca. Forma una masa de gran espesor,

cuya estratificación está indicada á intervalos por intercalaciones de pudinga de pequeños elementos, en lechos muy delgados, ó de arenas amarillentas. En ciertos niveles se encuentran pequeños *Dentalium*, *Echinoides* y, sobre todo, *Poliperos*, que alcanzan gran desarrollo por debajo de la iglesia de San Miguel de Olérdola, edificada en la parte alta de la formación.

En el nivel más superior es menos compacta, pero dura y más granuda, siendo abundantes los *Pecten* y *Ostrea*, formando en algunos puntos verdaderos bancos. Esta caliza constituye casi toda la vertiente meridional del alto Panadés, y, por consecuencia, está atravesada por el camino de Villanueva á Villafranca.

Nos dirigimos luego hacia Labal, quedando á nuestra izquierda los Monjos (6 quilómetros al SO.), donde se encuentran los yacimientos de cefalópodos barremienses (facies limosa) y el de pectenes (*P. præscabriusculus*, var. *catalaunica* = *P. catalaunicus*, A. y B.) del Burdigaliense superior.

Dejamos, pues, el camino antes de llegar á Villafranca, y por el pueblo de Moja fuimos á La Vall. Encontramos primeramente el Helvético de facies margosa, blanquecino, con *Pereiræa Gervaisii*; después las margas amarillentas con moldes de lamelibranquios, sobre las cuales está construído el pueblo de Moja. Más allá, finalmente, cerca de La Vall, en la pequeña trinchera abierta para la construcción de este camino, encontramos otra vez á la izquierda la caliza burdigaliense de la Plana Rodona y de San Miguel, buzando ligeramente (3° á 5°) hacia el centro de la cuenca del Panadés. En el valle de La Vall hemos visto las calizas margosas barremienses con cefalópodos, que se explotan para la fabricación de cemento. Después de recoger algunos fósiles nos dirigimos, á través de las capas margosas y fosfatadas con *Orbitolinas* y *Echinospatagus* (Aptiense), hacia el yacimiento con *Pecten* del Burdigaliense, cuyas capas se apoyan directamente en discordancia de estratificación sobre el Aptiense en el barranco de Monjos.

Allí recogimos *Pecten præscabriusculus* y sus variedades de gran tamaño, *P. subbenedictus*; y más allá, hacia el O.NO., bordeando siempre el barranco de Monjos, encontramos nuevamente capas margosas con moldes de fósiles helvéticos, con *Echizaster Scillæ* muy frecuentes, *Pecten subpleuronectes*, *Venus Dujardini*, etc. Se hizo de noche y no pudimos examinar las capas margosas con *Pereiræa Gervaisii* que se presentan en la orilla del río Foix, que atravesamos para

ir á la villa de Monjos, donde los carruajes esperaban para ir á Villafranca. Mañana veremos esta hilada más desarrollada en San Pau de Ordal.

El corte del barranco de Monjos y de la cuenca del Panadés se ha hecho clásico desde el punto de vista de las relaciones del Cretáceo y el Terciario, y por el conjunto de la serie miocena. He aquí este corte (fig. 32):

1.° En la base se encuentra una serie de capas margosas (número 1 del corte) de color claro, blandas, regulares, muy pobres en fósiles, buzando hacia el N. de 15° á 25°, constituyendo la colina que limita el valle de La Vall, que es un valle de denudación por su lado S.

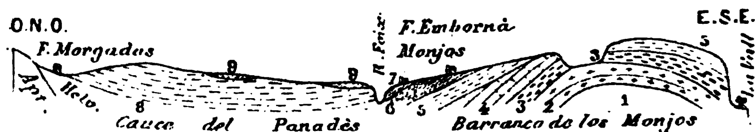


Fig. 32.—Corte del barranco de Monjos y de la cuenca del Panadés: escala de 1/80000.

1, caliza margosa; 2, margas azules con cefalópodos (Barremiense-Aptiense); 3, margas amarillentas con cefalópodos en la base y *Orbitolinas* en la parte superior; 4, capas margosas con *Orbitolina* y *Echinospatagus Collegnoi* (Albiense); 5, caliza basta con *Pecten præscabriusculus*, var. *Catalaunica*, y caliza margosa (Burdigaliense); 6, margas (Helvético); 7, margas azules con *Pereiræa Gervaisii* (Helvético); 8, margas y arenas (Tortoniense y Pontiense); 9, lehm cuaternario nodular.

Al S. están en contacto por falla con calizas compactas, duras, de facies de arrecife. Se observa un contraste entre las dos hiladas, según el punto de vista de su aspecto general ó según la composición de la roca, contraste acusado también por la diferencia de vegetación en las escarpas del barranco que desciende del lado de Corral Rosell. Se trata, pues, de una falla gracias á la cual se distingue bien el Barremiense de facies de arrecife del de facies limosa que forma todo el fondo del valle.

2.° Por encima vienen arcillas azules (núm. 2) que se explotan para la fabricación de cemento, correspondientes al nivel más superior del Barremiense limoso. Contienen ammonites en abundancia.

M. Kilian ha determinado los siguientes:

Nautilus neocomiensis, d'Orb.
Anisoceras carcitanense, Math. (= *Hamites Orbignyanus*, Forb.)
Phylloceras Moretianum, d'Orb.
— cf. *Goreti*, Kilian.
— cf. *thetys*, d'Orb.
Acanthoceras cf. *Stobiesrki*, d'Orb.
— cf. *Clementi*, d'Orb.
— *Milletianum*, d'Orb.
— cf. *Milletianum*, d'Orb.
— *Bergeroni*, Seunes?
— *crassicostatum*, d'Orb.
— *nodosocostatum*, d'Orb.
Desmoceras Parandieri, d'Orb.
Ancyloceras (Crioceras) Honnorati, d'Orb.
— *Matheroni*, d'Orb.
— *hammatoptychum*, Uh.
Crioceras sp.
Leptoceras Escheri, Ooster.
— sp.
Fragmentos de *Heteroceras* de grandes dimensiones.
Hamulina, prox. á la *Royeri*, d'Orb.

3.° Por encima, en la escarpa N. del valle, se ven descansar en estratificación concordante capas margosas (núm. 3) blanquecinas, grises, que pasan á las precedentes. Forman también lechos de 20 á 30 centímetros de espesor y contienen en la base escasos ammonites. Su espesor es próximamente de 5 metros.

4.° Después viene una serie de capas margosas (núm. 4) fosfatadas, verdosas ó amarillentas, cuajadas de *Orbitolinas*, con intercalaciones de lechos duros, calizos, de 30 á 35 centímetros de espesor. Esta hilada del lado E. del valle (explotación del cemento) es delgada, mientras que del lado O. es más potente. A medida que subimos, los bancos calizos aumentan de espesor y predominan en la cumbre, donde constituyen la colina del Corral de la Emborná. Estas calizas están llenas de restos de fósiles y forman una verdadera lumaquela. Buzan al N., primeramente con poca inclinación, de 5° á 10°, y más lejos según ángulo de 70°. Las especies más frecuentes son:

Ancyloceras sp.
Natica sp.

Tylostoma Rochatiana.
Echinospatagus Collegnoi, d'Orb.
Phyllobrissus cf. *Gresly.*
Orbitolina discoidea, A. Grc.
Crinoides sp.

5.° Por encima descansa transgresivamente un depósito de pudingas muy poco importante en este sitio, pero que es más grueso hacia el SO., en la ermita de San Llorens. Se presenta aquí la facies de un depósito de ribera de elementos locales apenas cimentados, mientras que hacia el SO. tiene el carácter de un depósito de escarpa.

6.° Esta pudinga está cubierta, según se ve en el extremo del barranco, por una caliza marmórea (núm. 5) semi-cristalina, que forma una peña escarpada de ocho metros de altura. Descansa por el lado del O. sobre la pudinga litoral, ó directamente sobre los bancos aptienses con *Orbitolinas*, los cuales aparecen levantados. En la base, en donde los *Lithothamnium* son frecuentes, contiene del lado E. cantos rodados procedentes del conglomerado, y por el lado opuesto se observa una brecha caliza con *Orbitolinas* procedente de los bancos subyacentes fuertemente levantados. Esta caliza está cuajada de briozoarios, *Schizoporella linearis*, Hass. (?), y contiene además jacillas y moldes de moluscos litorales, entre otros:

Triton corrugatus, Lamk.
Pyrula condita, Brong.
Strombus Bonelli, Brong.
Nassa Basteroti, Mich.
Columbella subulata, Bell.
Natica sp.
Turritella turris, Bast.
— *cathedralis*, Brong.
Ostrea sp.
Pecten substriatus, d'Orb.
— sp.
Cardium turonicum, May.
Leda pella, Lin.
Lucina multilamellata, Desh.
— *Haidingeri*, Hörn.

Lucina columbella, Lamk.
— *Agassizi*, Mich.
— *ornata*, Ag.
Venus ovata, Penn.
— *multilamella*, Broc.
Mactra triangulata, Ren.
Lutraria sanna, Bast.
Corbula gibba, Olivi.
— *retrosulcata*, Font., etc.

7.° Sobre este banco de caliza semi-cristalina, en que son raros los *Pecten*, descansa una serie de capas de calizas cavernosas granudas, con intercalaciones de capas menos duras, más margosas, más arenosas (núm. 5), donde abundan los *pecten*.

Un poco más lejos, y cerca de la casa Emborná, estas calizas descansan directamente sobre un depósito delgado de conglomerados con elementos aptienses, perforados por *Lithodomus*. Falta el banco duro con briozoarios.

Las especies de este horizonte son las siguientes:

Pecten præscabriusculus, Font., var., r.
— — Font,, var. *catalaunica*, A. y B., cc.
— — Font., var. *præocupercularis*, A. y B., c.
— — Font., var. *Telarensis*, Kilian, r.
— — Font., var. *expansa*, A. y B., r.
— — Font., var. *orbicularis*, r.
— *Malvinæ*, Dub.
— — var. *major*, A. y B.
— *latissimus*, Broc., r.
— *Michaelensis*, A. y B.
— *polychondrus*, A. y B.
— *elegans*, And.
— sp.

Este nivel es el más alto del primer tramo meditarráneo, ó Burdigaliense.

8.° Más allá viene una serie de capas margosas, un poco arenosas al principio, friables, buzando como las precedentes hacia el NO.: este horizonte es el de las calizas con moldes (núm. 6), con algunos

Pecten. Su espesor es de 20 á 25 metros. Están cubiertas por un manto de lehm travertinoso cuaternario. Este nivel es el más bajo del Helvético ó segundo tramo mediterráneo, y contiene: *Pecten subbenedictus*, Font.; *P. subpleuronectes*, d'Orbigni; *P. galloprovincialis*, Math.; *P. Suzensis*, Font., y además otras especies diversas de gasterópodos: *Pyrula condita*, *Fusus* sp., etc., y de lamelibranquios: *Venus Dujardini*, Hörn.; *Cytheræa pedemontana*, Ag.; *Pholadomya alpina*, Ag.; *Corbis* nov. sp., etc.

9.° A continuación de este horizonte se presentan capas con iguales caracteres, pero conteniendo profusión de *Schizaster*: esta zona es la de *Schizaster Morgadesi*, Lamb., *in litt.*, que se extiende hasta Santa Margarita dels Monjos. Se encuentran, además de *Sch. Scillæ*,

Halitherium fossile, Cuv.
Carcharodon megalodon, Ag.
Neptunus (Lupea) granulatus, Mil.-Edw.
Natica redempta, Mich.
Cassis saburon, Lamk.
Pyrula rusticula, Bast.
— *condita*, Brong.
— *cornuta*, Ag., var.
Pecten Gentoni, Font.
— *subpleuronectes*, d'Orb.
— *galloprovincialis*, Math.
— *bryozodermis*, A. y B.
Lucina miocenica, Mich., v. *Catalaunica*, A. y B.
Venus Dujardini, Hörn.
Cardilia Deshayesi, Hörn.
Tellina planata, L.
— *strigosa*, Gm.
— *compressa*, Broc.
Panopæa Menardi, Desh.
Pholadomya alpina, Math.
Lutraria sanna, Bast.
— *oblonga*, Chemn.
Mya sp., etc.
Spatangus sp.
Schizaster sp., etc.

10. Cerca del río Foix se ven, descansando en concordancia de estratificación sobre las capas precedentes, unas margas friables (fig. 52, núm. 7) azuladas que representan el nivel más bajo con *Pereiræa Gervaisi* y *Lucina miocenica*, var. *Catalaunica*, y se observa con claridad en la orilla del arroyo Foix. Pertenece todavía al Helvético, y las especies que con más frecuencia se encuentran son:

Pereiræa Gervaisi, Vézian.
Rostellaria Dordariensis, A. y B. (del tipo de la *R. dentata*, Grat.)
Murex spinifer, Bell., var.
Voluta rarispina, Lamk.
Pleurotoma calcarata, Grat.
— *asperulata*, Lamk.
— gr. *Aquensis*, Grat.
— *semimarginata*, Lamk.
Turritella turris, Bast.
— — Bast., var.
— *bicarinata*, Eichw.
— *cathedralis*, Broug.
— *rotifera*, Desh.
Conus Dujardini, auct.
— *Mercati*, Broc.
— *pelagicus*, Broc.
— *Puschi*, Mich.
Ringicula quadriplicata, Morlet.
Natica millepunctata, Lamk.
— *helicina*, Broc.
Cancellaria lyrata, Broc., var. *angusta*, A. y B.
Pecten subpleuronectes, d'Orb., cc.
— *galloprovincialis*, Math.
Venus plicata, Gm.
Arca diluvii, Lamk., var.
Lucina miocenica, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B.
Clavagella bacillaris, Desh., etc.
Trochocyatus latero-cristatus, E. H.

Más allá del río viene el Tortoniense pluvio-continental (núm. 8) ó salobre, compuesto de arenas finas, de margas ó de arcillas amarillentas, azuladas, abigarradas, cubiertas en diversos sitios por reta-

zos de aluvión cuaternario: ocupa toda la parte media del barranco. Mañana lo cruzaremos en el itinerario de Castellví á La Marca y hacia San Pau de Ordal.

Sobre el borde opuesto de la cuenca, el Helvético y el Aptiense presentan las mismas relaciones.

Octubre de 1898.

J. ALMERA.

Con motivo de la precedente nota del P. Almera, se hicieron las siguientes observaciones:

M. L. CAREZ opina que no es de la época Aquitaniense la granulita que asoma cerca del Papiol. Aunque la rapidez de la excursión no le haya permitido estudiar la cuestión con todo el cuidado que requiere, ha podido ver el contacto casi vertical de la granulita y del Aquitaniense, y este último terreno no presenta ningún indicio de metamorfismo ni ninguna penetración de apófisis de la roca eruptiva. El contacto parece ser por falla, lo que explicaría la ausencia de guijarros de granulita en las pudingas terciarias.

M. BERGERON, sin decidirse á determinar la edad de esta granulita del Papiol, aduce dos observaciones en favor de su edad terciaria: no se ha visto ningún guijarro de granulita en los conglomerados que la rodean, y tiene una facies muy particular.

Observa además que en Brugués se han visto pizarras, calizas y liditas, representando, respectivamente, el Siluriano, el Devoniano y el Carbonífero, todos ellos con numerosos pliegues. Como el Trias descansa sobre las pizarras silurianas, puede deducirse que ha habido dislocaciones antes del principio de la época secundaria, y los pliegues señalados forman parte de las arrugas herciniense. De la misma manera que en la Montagne Noire, el empuje que ha invertido varios de estos pliegues venía de la región hundida, todavía ocupada actualmente por el mar.

M. DOLLFUS observa que después del examen de las extensas escarpas de encima de Vallirana, no le parece que debe discutirse más el corte de la vía férrea de Olesa: allí existen, sin duda, dos grandes horizontes calizos triásicos, y no hay medio de imaginar un accidente estratigráfico que haga considerar á las capas superiores como una reaparición de las de la base. En Brugués ocurre lo mismo que

en Olesa, y en Vallirana la cuestión está resuelta en el sentido en que los Sres. Almera y Bofill nos la han presentado, y por la existencia de una caliza dolomítica culminante con fucoides, distinta del Muschelkalk.

M. L. Carez hace después las siguientes observaciones relativas á las localidades que se expresan á continuación:

Brugués y Vallirana.—Las capas de los alrededores de Brugués y Begas, no dan solución á la cuestión promovida en Olesa: la región está cruzada manifiestamente por numerosas fallas, y, por consiguiente, no debe servir de argumento la recurrencia aparente de la arenisca roja y de la caliza superpuesta á las arcillas con yeso. En Vallirana, por el contrario, la sucesión es muy manifiesta y puede observarse en gran longitud á lo largo de las escarpas denudadas, donde se observa de abajo arriba:

1.° Areniscas rojas (Arenisca abigarrada).

2.° Caliza compacta (Muschelkalk).

3.° Arcillas yesíferas, generalmente rojas, con algunos bancos de arenisca (Keuper).

4.° Caliza margosa con fucoides, con algunos lechos de carñiolas.

No titubeo, pues, en referir las capas número 4 al Infralías, y quizás también en parte al Lías, como lo había hecho hace ya veinte años, á causa de la semejanza absoluta de facies con el Infralías (y el Lías) del Mediodía de Francia.

Esta hilada es, por lo demás, muy diferente de la segunda caliza de Olesa, y además es de observar que no se ven aquí dos hiladas de arenisca roja como en Olesa. El examen del interesante corte de Vallirana confirma las observaciones que he hecho anteriormente relativas á las capas triásicas de las proximidades de la estación de Olesa.

Costas de Garraf.—La abundancia de fallas hace muy difícil el estudio de esta región; sin embargo, nosotros hemos podido comprobar la existencia de tres conjuntos bien manifiestos:

1.° Sucesión de calizas en pequeños bancos de fractura concoidea y manchas pardas, que refiero al Infralías y al Lías.

2.° Dolomía negra con intercalaciones de calizas con fósiles de agua dulce.

3.° Calizas y margas con requienias, orbitolinas, *Heteraster oblongus*, etc.: Urgoniano.

Esta sucesión es idéntica á la que se observa en todos los parajes de los Pirineos franceses y los Corbières, donde la dolomía perteue-

ce al Jurásico (medio ó superior), mientras que el Sr. Almera piensa que la hilada número 2 de Garraf debe ser referida al Cretáceo.

Todos los contactos, de 2 y de 3 que hemos examinado á lo largo de esta escarpa de Garraf, eran contactos por falla, y, por consiguiente, no pueden deducirse argumentos para resolver en uno ni en otro sentido; por el contrario, hemos podido comprobar en muchos puntos que la dolomia cubre el Lias en concordancia y sin apariencia de que hubiera existido interrupción alguna en la sedimentación. Creo, pues, á causa de la semejanza absoluta con lo que se observa en los Pirineos franceses, que la dolomia de Garraf pertenece al Jurásico; los argumentos paleontológicos que se han hecho valer para referirla al Cretáceo no me parecen de ninguna manera convincentes.

No dudaría, pues, en lo que á mí se refiere, en incluir en el Jurásico una gran parte de este macizo, señalado como Cretáceo inferior por el Sr. Almera en su detallado mapa geológico de los alrededores de Barcelona.

M. Depéret manifiesta que las capas con *Paludestrinas* son semejantes á las batonienses salobres del Larzac.

M. Stuart-Menteath trata en una nota de *Los límites de la dolomia de Barcelona.*

Frente á la costa de Barcelona se encuentran en Italia, y principalmente en Sorrento, las mismas dificultades y contradicciones aparentes que se reflejan en la historia de los estudios locales de los dos países.

En Sorrento una dolomia semejante á la de Castelldefels, Villanueva, al S. de Barcelona, etc., es casi inseparable de las capas con *Orbitolina lenticulata* y peces del Cretáceo inferior. El contacto está surcado por pequeñas fallas que pueden atribuirse á la dolomitización y á la contracción irregular que resulta.

Es importante ver que la serie de Sorrento, clasificada por Suess como jurásica, se ha reconocido que pertenece al Cretáceo, gracias á la presencia de *Hippurites* y de *Ellipsactinea* en Capri; de *Orbitolinas* y de *peces* en Castellamare. Es necesario, pues, desconfiar de las apariencias en la costa de Barcelona, y la facies del Lias es frecuente en el Cenomanense de los Pirineos. El interesante corte de la vía férrea al N. de Villanueva muestra un tránsito irregular é insensible de la dolomia á la caliza con *Matheronia*, en cuyas capas con *Orbitolina lenticulata*, *Inoceramus* cf. *concentricus*, *Janira* de los Piri-

neos, *Pholadomya*, *Corbis*, etc., debe verse, á mi entender, una facies especial semejante á la que presentan en los Pirineos. Tendríamos, pues, descansando sobre la dolomía, como en Sorrento, una serie caliza que representa el Cretáceo desde el Aptiense hasta el Cenomanense, y cuya base irregular sería debida á una corrosión química que atacó determinados horizontes y dió origen á los depósitos travertinosos de la superficie en todas las regiones análogas. Sería éste un ejemplo del fenómeno de la Haupt Dolomit, cuyo límite superior ha ocasionado discusiones que pueden al N. de Villanueva encontrar solución satisfactoria.

M. Kilian hace las observaciones siguientes *sobre los cefalópodos del Cretáceo inferior de los alrededores de Barcelona*. Dicho señor ha tenido la ocasión de estudiar los fósiles del Cretáceo inferior recogidos por el P. Almera. Independientemente de los gasterópodos, bivalvos, braquiópodos, equínidos, foraminíferos (*Operculina cruziensis*, Pict.; *Orbitolina lenticularis*, d'Orb.), de la facies urgoniana, cuyas listas han sido publicadas por el Sr. Almera, opina que merecen especial mención los siguientes fósiles:

a) Una serie de cefalópodos barremienses, fragmentos de grandes *Heteroceras*, *Ancyloceras* (*Crioceras*) *Honnorati*, d'Orb.; *Leptoceras Escheri*, Ooster, etc., que indican la presencia de facies limosas de esta edad, análoga á la de los bajos Alpes, del Alpe Puez (Tirol de Rumania), etc.

b) Una serie de ammonítidos del Aptiense: *Ancyloceras Matheroni*, d'Orb. (típico); *Ancyloceras* (?) (*Anisoceras*) *carcitanense*, Math., sp.; *Acanthoceras crassicostatum*, d'Orb., sp.; *Ac. nodosocostatum*, d'Orb.; *Ac. Remondi*, Gabb., sp., y, sobre todo, numerosas formas del grupo aún poco estudiado de *Ac. Milleti*, d'Orb., con predominio de la especie figurada con este nombre por Pictet, que no puede ser asimilada al tipo de la Paleontología francesa, y que en Francia (Clansayes, Apt., Perte du Rhône) como en Suiza esta localizada sobre las hiladas superiores al Gargaseuse y muy próximas del Gault.

Esta fauna parece todavía, sin embargo, aptiense, á pesar de la presencia de algunos tipos de afinidades albienses.

Una nota más detallada sobre estos interesantes descubrimientos de nuestro infatigable compañero Almera se publicará dentro de poco tiempo.

XII

EL TRÍAS CON CERATITES Y EL EOCENO INFERIOR

DE LA ESTACION DE OLESA (BARCELONA)

Con motivo de la excursión que la Sociedad geológica de Francia ha hecho á los alrededores de la estación de Olesa, del ferrocarril del Norte, para examinar las capas triásicas en las que hace algún tiempo comprobé la presencia de ammonitidos [1], voy á dar cuenta de algunos hechos interesantes relativos á la montaña de Puigventós, situada cerca de la estación y en la orilla derecha del torrente de San Jaume.

Primeramente debe llamarse la atención acerca de la posición casi vertical y aun rebasada á veces de las capas triásicas (fig. 33), y después fijarse en los siguientes hechos:

1.° Observamos que el Trías descansa sobre las pizarras paleozóicas (núm. 1 del corte), hecho muy común en esta región. Hasta ahora no he encontrado fósiles en estas pizarras; pero por su situación y por su facies, semejante á la de las pizarras de la cordillera del litoral, cuya edad ha sido determinada por nuestro compañero el Sr. Almera, pueden ser referidas al Siluriano ó al Devoniano.

2.° En seguida se ve comenzar el Trías con las capas de conglomerados con guijarros silíceos (núm. 2), con débil potencia (de 5 á 15 metros), hecho también general en la región.

3.° La Arenisca abigarrada (núm. 3) no presenta aquí la potencia de esos bancos de arenisca dura, casi siempre roja, empleada en las construcciones y que tan común es en muchos sitios de nuestro terreno triásico. Más bien se observan esos lechos delgados, arenosos, rojos, amarillos, verdes ó azules, muy cargados de mica, frecuentemente muy friables, que se encuentran siempre en las proximidades del Muschelkalk.

(1) A. Bofill, *Descubrimientos paleontológicos en el Trías del medio y alto Vallés*, inserto en el *Boletín* de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Octubre de 1893.

En esta parte superior, en el Puig de la Creu, que forma parte del Trías de la misma región de Puigventós, en los lechos calizo-arenosos de débil espesor, de un aspecto parecido á los de las capas del número 4, he encontrado lumaquelas con formas malacológicas que caracterizan bastante bien las capas de Werfein (Arenisca abigarrada), según la opinión de M. V. Mojsisovics, al cual he tenido el honor de someter estos fósiles para su reconocimiento, así como los ammonítidos de las capas de que voy á tratar.

4.° Viene en seguida el Muschelkalk (núm. 4), perfectamente caracterizado: calizas compactas, nódulos calizos cimentados por arcillas amarillentas, calizas tabulares. Contiene *Mentzelia Mentzeli*, *Natica gregarea* y otras muchas especies de moluscos con fucoides.

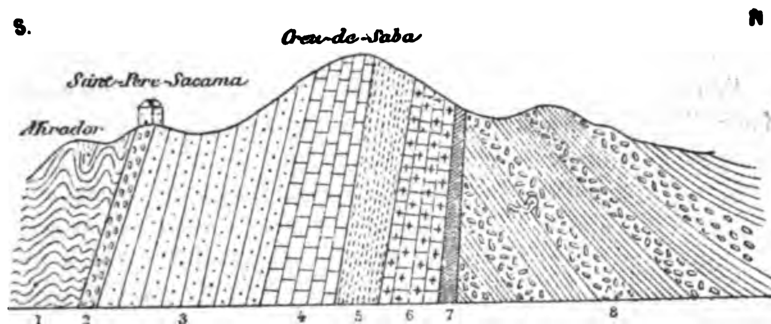


Fig. 33.—Corte del Trías de la estación de Olesa: longitud, un quilómetro; altura, 300 metros.

1. pizarras paleozóicas; 2, pudinga triásica; 3, Arenisca abigarrada; 4, Muschelkalk con *Mentzelia* y *Ceratites*; 5, samitas rojas con yeso; 6, caliza margosa con *Natica gregarea* y fucoides; 7, carñiolas; 8, alternancia de pudingas y arenisca del Eoceno inferior.

En estas capas delgadas, tabulares, se encuentran los ammonítidos, cuya presencia puede aclarar hechos interesantes. «Los ceratites de las calizas tabulares, cenicientas y amarillentas del torrente de San Jaume (estación de Olesa), me escribía M. V. Mojsisovics, deben ser referidas con certeza al Muschelkalk, y con probabilidad al Muschelkalk inferior. La mayor parte, y puede ser que todos los ceratites, deben ser especies nuevas; sin embargo, incontestablemente tienen el tipo y las formas del Muschelkalk.»

«Es más difícil el decidir si este Muschelkalk pertenece á la for-

mación germánica ó á la mediterránea. Una de las especies que tengo á la vista recuerda bien á una de las formas del Muschelkalk inferior germánico: el *Ceratites antecedens*, Beyr. Entre las otras formas, me ha sido imposible reconocer relaciones con ninguna mediterránea conocida.»

Desgraciadamente, en estas capas con ceratites no se han puesto aún al descubierto otros materiales en mejor estado de conservación que puedan aportar más luz sobre esta cuestión teórica tan interesante.

5.° Sobre estas capas calizas y siempre en estratificación concordante, se ven nuevamente lechos arenosos, muy micáferos, rojos ó azulados, en capas muy delgadas, de una consistencia á veces muy débil, que pasan á arenisca margosa (núm. 5). En estas capas, del lado del Llobregat, cerca de «Can Tobella,» se encuentra yeso, principalmente en el sitio llamado por este motivo «Las Guixeras.»

En diversos lugares de nuestro Trias en que el yeso aparece, la facies litológica es casi la misma que la de las capas atribuídas desde luego al Keuper.

6.° Por encima se ven, todavía en estratificación concordante, capas calizas (núm. 6). Casi por todas partes, en esta región están penetradas estas calizas de fucoides. Se halla también *Natica gregarea;* pero no me ha sido posible encontrar la *Mentzelia* y menos aún los ceratites característicos del Muschelkalk. Por la carencia de estos fósiles y por las consideraciones expuestas en el número 5, pudiera ser atribuída esta caliza á la parte superior del Trias.

7.° Es de observar que estas capas terminan casi siempre por lechos de caliza tabular delgada muy trastornados, buzando fuertemente hacia el Eoceno inferior, aun en los sitios en que las otras capas triásicas se presentan horizontales. Estas capas aparecen cubiertas por margas y por carñiolas (núm. 7).

8.° En fin, en contacto con esta parte superior triásica comienzan las capas atribuídas otras veces al Garumnense (núm. 8). Aparecen siempre en discordancia de estratificación con el Trias; en toda la región son casi siempre horizontales, ó más bien débilmente inclinadas hacia el N.NO. Sin embargo, aquí comienzan por capas de conglomerado excesivamente duro con guijarros calizos poco rodados, presentándose los primeros estratos muy inclinados; pero á corta distancia se ponen horizontales, como es lo general en toda la extensión del Eoceno de Cataluña.

Estas capas de conglomerado, siempre del Eoceno inferior, se presentan á veces en la región intercaladas con las margas rutilantes, nódulos y brechas calizas con *Bulimus gerundensis;* y lo que es más frecuente, las capas fosilíferas están ya en contacto con el Trias, ó con las pizarras ó el granito en donde falta el Trias.

Por encima de estas capas el Eoceno inferior adquiere facies bastante diferente. Las margas son más consistentes, de color rojo más obscuro, con fucoides, y alternan con bancos de arenisca dura del mismo matiz. Estas últimas, al principio de un espesor muy débil, aparecen cada vez más potentes á medida que las margas disminuyen de espesor.

9.° La importante formación numulítica descansa sobre estas capas en estratificación concordante.

ARTURO BOFILL.

XIII

NUEVAS OBSERVACIONES SOBRE LAS FAUNAS SILURIANAS

DE LOS ALREDEDORES DE BARCELONA

A ruego de D. Jaime Almera, he reconocido muchos fósiles paleozóicos recogidos por él en los alrededores de Barcelona, habiendo ya tratado anteriormente en dos ocasiones distintas de estos interesantes descubrimientos [1].

Las recientes investigaciones del Sr. Almera nos permiten completar y precisar muchos de sus descubrimientos anteriores. Los nuevos graptolitos de Torre Vileta de Cervelló (provincia de Barcelona), mejor conservados y más numerosos que los que se nos habían enviado anteriormente, permiten precisar y corregir las conclusiones fundadas en las primeras determinaciones. Entre ellos, en efecto, hemos reconocido:

Cryptograptus Murchisoni, Barr.
Monograptus colonus, Barr.
Monograptus Riccartonensis, Lapw.

Estas formas caracterizan niveles de los más altos del Siluriano, principalmente la base del tramo de Wenlock.

Pizarras purpúreas del Papiol.—La fauna del Papiol ofrece un interés particular, como representante, si no nos engañamos, de la capa fosilífera más antigua de Cataluña. Los caracteres de los trilobites (*Asaphidæ*) nos habían permitido referir este yacimiento á la segunda fauna siluriana (Ordoviciense), sin poder precisar de antemano el nivel correspondiente por la carencia de asimilaciones específicas con formas conocidas. Todas las especies encontradas nos parecen nuevas y merecen ser figuradas y descritas. Señalaremos, en efecto: *Ogygia* sp. (cf. *desiderata*, Barr.), *Asaphus* sp. (cf. *nobilis*, Barr.), *Avicula* sp. (cf. *pusilla*, Barr.), *Avicula* sp. (cf. *insidiosa*, Barr.), *Synek* sp.

(1) *Annales Soc. géol. du Nord*, tomo XIX, pág. 63; tomo XX, pág. 61.

(cf. *tremula*, Barr.), *Orthonata* sp. (cf. *perlata*, Barr.), *Lingula* sp., *Leptæna* sp. (cf. *sericea*, Sow.) y tallos de *Encrinus*.

Habiéndose puesto en evidencia por los recientes estudios de M. Brögger las relaciones de *Ogygia desiderata* y *Asaphus nobilis* con el género *Asaphellus* de M. Callaway, resulta que la fauna del Papiol presenta afinidades con la de *Euloma-Niobe* de las regiones septentrionales por los caracteres de sus trilobites.

El *Asaphellus* del Papiol, que comparamos al *A. nobilis*, Barr., es una especie nueva, más parecida al *Asaphellus Solvensis*, Hicks [1], de las capas de Tremadoc, que á la especie de Barrande.

El *Asaphellus* del Papiol, comparado al *Ogygia desiderata*, Barr., es una nueva especie, muy parecida, si no idéntica, al *Asaphellus innotatus*, Barr., de Hoff., en Baviera (pág. 69, lám. 1, figs. 30-32) [2].

Se encuentran también en el Papiol con estas especies las siguientes: *Asaphellus* cf. *Wirthi*, Barr., pág. 66, lám. 1, fig. 7 de Hoff.; *Niobe* cf. *Homfrayi*, Salter: *Pal. Soc.*, lám. 20, figs. 3-12.

CHARLES BARROIS.

(1) Hicks, *Quart. journ. geol. Soc.*, tomo XXIX, pág. 39, lám. 4.ª, figuras 10-16.

(2) J. Barrande, *Faune silurienne de Hoff. en Bavière:* Prague, Décembre 1868.

XIV

LAS ROCAS ERUPTIVAS DE LA PROVINCIA DE BARCELONA

Encargado por el Sr. Almera de estudiar las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona, procuraré indicar en esta nota los diversos tipos que he podido reconocer entre los materiales que dicho señor ha recogido en sus pacientes investigaciones, y de los cuales ha tenido la bondad de enviarme algunos ejemplares.

Detenidamente estudiada la comarca por el Sr. Almera, presenta rocas eruptivas bastante variadas, sobre todo en las proximidades de la capital. Entre ellas el granito es la que ocupa mayor extensión; las otras se muestran al través del granito y de las pizarras paleozóicas, ocupando superficies mucho más reducidas.

Granito.

El granito normal de mica negra y dos feldespatos cubre cerca de Barcelona la parte más baja de la vertiente oriental ó marítima de la cordillera del Tibidabo, con soluciones de continuidad y apófisis en las pizarras paleozóicas. Se oculta bajo la formación postpliocena, cerca del río Besós, para mostrarse de nuevo sobre la orilla izquierda y penetrar en la provincia de Gerona en dirección al NE. Más al interior otras manchas graníticas se alinean según esta dirección, como puede comprobarse examinando el mapa geológico de los señores Thos y Maureta; de modo que el granito, salvo en algunos pequeños asomos, aflora en dos series de manchas alineadas de SO. al NE., es decir, paralelas á la costa mediterránea.

Las modernas teorías litológicas consideran el granito como una roca intrusiva, es decir, consolidada en el interior de la corteza terrestre; y si se muestra hoy día en la superficie, es á causa de los movimientos ó de las denudaciones del terreno, que han hecho desaparecer las rocas que en otro tiempo le cubrian. A mi juicio, las investigaciones del Sr. Almera en los alrededores de Barcelona aportan algunos hechos en apoyo de esta teoría; y á este propósito llamo

la atención particularmente sobre un yacimiento muy notable, en el barranco de Belén, donde se observa el granito bajo una envoltura de pegmatita, la cual, á su vez, está cubierta por pizarras paleozóicas.

Pegmatita.

La pegmatita del mencionado yacimiento envuelve al granito con medio metro de espesor. Está compuesta casi exclusivamente de ortosa y de cuarzo. El cuarzo, alargado según la arista del prisma, ha cristalizado al mismo tiempo que el ortosa, y los dos minerales se compenetran formando la estructura característica de la pegmatita gráfica, más perceptible aún con la luz polarizada, viéndose al ortosa extenderse en grandes láminas sobre las cuales brillan los cristales de cuarzo. La plagioclasa y la mica son muy raras en esta roca, faltando absolutamente en algunas de las preparaciones. Es, por consiguiente, más ácida que el granito normal, al que cubre, y la cristalización simultánea de sus dos elementos principales se debe, sin duda, al enfriamiento más rápido del magma granítico en su parte más ligera y más próxima á la superficie.

Se observa también la pegmatita en filones que cortan, ya al granito, entre Bonanova y Belén, ya á las pizarras paleozóicas, cerca del cementerio de este pueblo. En las pegmatitas del macizo granítico del Montseny se reconocen el cuarzo y la ortosa de primera consolidación, y con ellos la magnetita, la ilmenita y la limonita, esta última procedente de la alteración de la biotita, lo que denota una composición menos ácida que la de las rocas del mismo grupo últimamente citadas. Otras preparaciones manifiestan también escasos cristales de oligoclasa, biotita y muscovita.

Granulita.

En la granulita el cuarzo es en parte idiomorfo, y la muscovita es con frecuenia muy abundante. He reconocido rocas pertenecientes á este tipo en ejemplares procedentes de la cordillera del Tibidabo, del macizo del Montseny y de los alrededores de la villa de Papiol, en el *Puig de Santa Madrona*. En el macizo de Montseny se observa la granulita atravesando al granito y á las pizarras paleozóicas. En el Papiol, según el Sr. Almera, corta á las capas aquitanienses.

He aquí la composición mineralógica de uno de los ejemplares tomados como tipo de las granulitas del Tibidabo, procedente de *San Cipriá*, donde esta roca corta á las pizarras muy cerca de su contacto con el granito: oligoclasa (escasa), ortosa, microclino, biotita (escasa y alterada), muscovita (abundante) y cuarzo bajo sus dos aspectos granítico y granulítico.

En la montaña de Vallvidrera hay granulita compuesta de ortosa, oligoclasa, mica blanca, clorita, talco y cuarzo; este último mineral se presenta en cristales de primera consolidación y en grupos de pequeños granos con diversas orientaciones cristalográficas que ocupan los vacíos entre los grandes cristales.

En otros ejemplares procedentes de yacimientos de esa misma localidad, en que la granulita corta también á las pizarras paleozóicas, se reconoce la composición siguiente:

Ortosa, oligoclasa, cuarzo granítico y granulítico (este último muy abundante), muscovita y turmulina muy abundante.

Las granulitas unidas al macizo granítico del Montseny y á las pizarras que le rodean, tienen una composición semejante á las de la región del Tibidabo. Se encuentran en ellas ortosa, oligoclasa, cuarzo granítico y granulítico, biotita (ordinariamente alteradas) y muscovita.

En algunas rocas de este grupo el cuarzo granulítico se une al ortosa, y disminuyendo los elementos de esta asociación se observa una transición á las microgranulitas de que trataré más adelante.

La granulita del Papiol, de edad terciaria, según el Sr. Almera, se compone de cuarzo granítico y granulítico, ortosa, oligoclasa (escasa), biotita, muscovita, talco, apatita y óxidos de hierro.

Sienita.

Se reconoce esta roca en dos yacimientos. El uno forma una bolsada en el granito cerca de Vallensana: la roca está compuesta de ortosa, cuarzo, hornablenda y magnetita. El otro se encuentra cerca de Santa Coloma de Gramanet: la roca está formada por los mismos materiales, y además contiene apatita; pero el cuarzo se encuentra solamente corroyendo los cristales de ortosa y en filoncillos.

Entre las diabasas del barranco de Santa Creu hay rocas que contienen hornablenda y ortosa al lado de la oligoclasa y de la augita: forman una transición á las sienitas.

Microgranulitas y otros pórfidos cuarcíferos.

La gran familia de los pórfidos cuarcíferos, cuya composición mineralógica corresponde á la de los granitos, pero en que los dos períodos de consolidación están bien diferenciados, está ampliamente representada en los alrededores de Barcelona, observándose en numerosos filones y masas que cortan el granito y las pizarras paleozóicas de la cordillera del Tibidabo, como en Montseny. Los yacimientos de estas rocas son más escasos en el interior de la provincia. Hay muchos en Congost de Martorell.

Muchos pórfidos de la región del Tibidabo y de la del Montseny son microgranulitas típicas de la clasificación de M. Michel Lévy. Sus elementos de primera consolidación son: el cuarzo en cristales corroidos en sus bordes, dejando penetrar el magma en el interior; ortosa, oligoclasa y mica negra. El segundo período está representado por la asociación de cuarzo y ortosa en pequeños elementos, pero fácilmente reconocibles al microscopio con poco aumento. En estas rocas el ortosa de los dos períodos está frecuentemente impregnado de óxido de hierro. La mica negra es ordinariamente más ó menos cloritosa y contiene magnetita.

En los otros pórfidos, los elementos del magma (cuarzo y ortosa) están en granos tan pequeños que no se les distingue con claridad.

Estas rocas ofrecen diversos grados de alteración. Sus feldespatos aparecen frecuentemente enturbiados á causa de una caolinización más ó menos avanzada, y la mica negra aparece en gran parte transformada en clorita con óxidos de hierro. Hay también ejemplares en que la mica negra se ha transformado parcialmente en mica blanca; y cuando la descomposición está muy avanzada, la mica negra llega á transformarse en limonita ó en manchas ferruginosas que acusan su presencia anterior en la roca.

Se ven pórfidos de este tipo que cortan al granito en el Tibidabo, Vallvidrera, San Andreu de Palomar, Moncada y Monte Alegre.

Un tipo bastante diferente es el de los pórfidos que asoman á través de las pizarras paleozóicas en Congost de Martorell, cerca de la ciudad de este nombre. Estos pórfidos acusan una composición menos ácida y ofrecen tránsitos á las porfiritas. Sus cristales de primera consolidación son los de cuarzo, ortosa, plagioclasa (frecuentemente labrador) y mica negra (muy abundante). En el magma se ven

agrupadas con el cuarzo y la ortosa, de formas cortas, microlitos alargados de plagioclasa y pequeños haces de mica negra ó de clorita procedentes de su alteración.

El pórfido que en San Andreu de la Barca corta á las pizarras paleozóicas, difiere de todos los otros por su magma petrosilíceo. Como cristales de primera consolidación, contiene cuarzo, ortosa, mica negra (parcialmente transformada en mica blanca), talco y magnetita. En el magma se desenvuelven abundantes esferolitas.

De las rocas que afloran en Pí den Vals no he observado más que ejemplares muy alterados. Se trata de un pórfido muy diferente del antes mencionado. Como cristales de primera consolidación no quedan más que manchas de hierro hidroxidado, procedentes probablemente de la descomposición de un silicato ferromagnesiano. El magma es petrosilíceo y presenta á luz polarizada una estructura palmeada.

He estudiado ejemplares procedentes de muchos filones que atraviesan al granito en el barranco de Cajellas, cerca de San Andreu de Palomar, demostrando una acción metamórfica sobre los microgranulitos semejante á la que cambia al granito en gneis y que hace desaparecer á los feldespatos.

El greisen aparece siempre en relación con las hendiduras que atraviesan al granito, por las cuales han debido subir los *mineralizadores*, produciendo los minerales accesorios que con frecuencia contiene esta roca, como son el topacio, el espato-fluor, la casiterita, la turmalina y otros. De la misma manera, en algunas rocas porfídicas que cortan al granito cerca de San Andreu de Palomar y de Pedralbes, se observa una sustitución gradual de mica blanca á mica negra y á feldespatos, y se ven minerales accesorios.

En algunas láminas delgadas de los ejemplares del barranco de Cayellas se observa que no contienen feldespatos y que han sido reemplazados por el cuarzo y la muscovita, tanto en los grandes cristales como en el magma. También se observan numerosos cristales pequeños de titanita, circón, apatita y rutilo, y manchas de clorita y de óxido de hierro.

En otros ejemplares de la misma procedencia falta el cuarzo de primera consolidación: contiene restos de biotita, y los elementos principales del magma son el cuarzo y la muscovita.

La roca de los filones que se encuentran cerca de Pedralbes es completamente semejante: denota un principio de metamorfismo del

mismo género, y se ve en ella la mica blanca en abundancia y algunos restos de feldespatos. Es de notar en todas estas rocas la abundancia de cristales pequeños de titanita y la presencia en algunos ejemplares de la casiterita.

Pórfidos sieníticos ú ortofiros.

M. Rosenbusch da este nombre á los pórfidos que no contienen cristales de cuarzo de primera consolidación. M. Michel Lévy, dando más importancia á los productos de segunda consolidación, incluye en el grupo de las microgranulitas los pórfidos, cuyo magma contiene cuarzo asociado á los feldespatos, aunque no contengan cuarzo de primera consolidación.

Existen pórfidos de este tipo en Vallvidrera (Coll Cerola), que contienen cristales de feldespato alterados (la mayor parte de ortosa), hornablenda (con frecuencia transformada en clorita), hierro magnético y titanífero con leucoxena. Su magma está constituído por cuarzo y ortosa con pequeñas fibras de clorita.

Una composición muy semejante ha sido comprobada en algunos pórfidos en el barranco de Belén. En el Tibidabo hay también pórfidos de este mismo tipo que contienen cristales de ortosa muy alterados, mica negra y mica blanca (la segunda como alteración de la primera) y óxido de hierro; su magma está constituído por la asociación microgranulítica de cuarzo y ortosa.

Los pórfidos que atraviesan el granito cerca de la Torre Castanyé, en San Gervasio, contienen ortosa y plagioclasa muy alteradas, biotita, anfíbol en cristales formados por la reunión de microlitos y la titanita abundante extendida por toda la roca. Su magma está formado á veces por la asociación microgranulítica de cuarzo y ortosa de pequeños elementos. Otras veces estos elementos son mayores y se les ve mezclados con mica y clorita: este último mineral y los óxidos de hierro aparecen siempre como productos de alteración.

Dioritas y epidioritas.

Las dioritas no son raras en la provincia de Barcelona. Las he reconocido entre los ejemplares procedentes del Tibidabo, del SO. de Martorell, de la Font-Groga y de la cúspide de Vallvidrera.

Las dioritas del Tibidabo se componen esencialmente de horna-

blenda y de una plagioclasa ácida, generalmente oligoclasa, conteniendo también casi siempre magnetita é ilmenita.

En las de Martorell, á la hornablenda y á la oligoclasa se añaden la apatita y la magnetita. Una composición semejante se ha hallado en las de Font-Groga.

Las de la cúspide de Vallvidrera denotan una composición más básica, puesto que su plagioclasa es frecuentemente el labrador. Contienen también apatita, mucha magnetita y á veces ilmenita.

Se deben clasificar como *epidioritas* mejor que como dioritas algunos ejemplares procedentes del Papiol, puesto que la hornablenda que contienen parece proceder de la transformación de la augita, mineral del que aún conservan restos.

La plagioclasa de estas rocas es la oligoclasa ó uno de sus análogos. A estos componentes esenciales se añaden ordinariamente magnetita é ilmenita. Con frecuencia se observa el cambio de la augita en hornablenda, y, por consecuencia, la transformación de las diabasas en dioritas. Es, pues, probable que algunas dioritas de la provincia de Barcelona, en relación con las diabasas tan abundantes, sean debidas á esta alteración.

Diabasas.

Las diabasas abundan en toda la zona paleozóica de las dos vertientes del Llobregat y forman muchos filones y masas que atraviesan á las pizarras. Los componentes esenciales de estas rocas son la augita y una plagioclasa que con más frecuencia es la oligoclasa ú otra de las especies ácidas; mas rara vez el labrador ú otras especies básicas. Algunos ejemplares de Santa Creu de Olorda y de Molins de Rey presentan la composición más básica.

La augita aparece más ó menos transformada en clorita, y pueden observarse todos los grados de esta transformación hasta la desaparición total del mineral primitivo.

Con estos dos componentes esenciales, plagioclasa y augita, y con los productos de su alteración, se encuentra siempre la magnetita, la ilmenita ó ambas. En algunas diabasas se halla también la apatita, en otras la titanita; en las que están muy alteradas se encuentran la calcita, y á veces el cuarzo secundario.

Algunos ejemplares procedentes de Puig Rodó y de los alrededores de Vallvidrera, presentan la hornablenda asociada á la augita; resul-

tando así una transición á las dioritas ó epidioritas de que ya hemos hablado. La diabasa que asoma en la ladera que domina al barranco de Berreras, cerca del Papiol, es notable á causa del buen estado de conservación de sus dos elementos, augita y labrador.

En láminas delgadas obtenidas de ejemplares de un filón que aflora en la cumbre de Vallvidrera se observa mucha epidota con cuarzo, clorita y óxidos de hierro; el feldespato es muy escaso ó falta en absoluto. No sé si esta roca debe ser clasificada como una diabasa cuarcífera, porque la augita se cambia con frecuencia en epidota, ó más bien, como una epidotita.

Porfiritas.

Comprendemos bajo este nombre las rocas cuya composición mineralógica se relaciona con la de las dioritas y diabasas, pero en las que los dos períodos de consolidación están bien marcados por efecto de las dimensiones más pequeñas de los productos del segundo período que tienen frecuentemente la forma de microlitos.

He reconocido porfiritas cuarcíferas entre los ejemplares de dos yacimientos.

Al E. del río Besós la gran masa de pórfido cuarcífero con microgranulita que atraviesa el granito, está á su vez atravesada por una porfirita cuarcífera. Esta roca contiene, como producto del primer período, cuarzo, ortosa, plagioclasa y otros cristales que primitivamente han debido ser de augita, pero que parecen compuestos de este mineral, hornablenda, epidota y clorita. El magma está constituído por microlitos de anfibol y de plagioclasa asociados al cuarzo y algunos granos de augita. Contiene también esta roca magnetita é ilmenita. Para observar con claridad la composición de su magma, son necesarias placas excesivamente delgadas y el empleo de grandes aumentos.

Se deben también incluir en las porfiritas cuarcíferas algunos ejemplares del barranco de Belén. En ellos se ven grandes núcleos de hornablenda formados por la aglomeración de microlitos y cristales fracturados de ortosa y dos plagioclasas, oligoclasa y labrador. El magma se compone de cuarzo y de microlitos de plagioclasa con granos pequeños de un mineral piroxénico alterado. La composición de este magma no es homogénea en cada una de las preparaciones, puesto que el cuarzo domina en algunas partes y los microlitos de

plagioclasa son más abundantes en otras. Contiene también esta roca magnetita y un poco de pirita de hierro.

Se encuentran *porfiritas dioríticas* entre Molins de Rey y San Feliú, y al SO. de Martorell.

Las primeras contienen cristales muy abundantes de hornablenda y de plagioclasa, lo más frecuentemente labrador. Los cristales de hornablenda están transformados parcialmente por epigénesis en tremolita y en clorita. El magma está constituído por microlitos de plagioclasa y de anfíbol. Contienen también estas rocas cristales pequeños de apatita, y como producto secundario la calcita.

Las otras contiènen cristales de hornablenda, de ortosa y de labrador, y su magma está compuesto de microlitos de labrador y de hornablenda, siendo también abundante la magnetita.

Entre las rocas procedentes de Santa Creu de Olorda y de los alrededores del Papiol, se han reconocido *porfiritas diabásicas*. Las del primer punto contienen cristales de oligoclasa, de augita con clorita, de magnetita y de ilmenita; su magma está formado por microlitos de oligoclasa y pequeños granos de augita más ó menos alterados.

En las otras, generalmente más descompuestas, se pueden ver aún restos de augita entre la clorita, mezclada también á la oligoclasa, que está muy caolinizada, lo mismo los cristales del primer período de consolidación, que los microlitos del magma.

Los ejemplares procedentes de un filón que corta al granito cerca de Sarriá, ofrecen un tipo diferente de todas las porfiritas que acabo de citar, aunque su alteración, muy avanzada, no permita hacer un estudio más completo de su composición mineralógica.

Sobre el magma, en parte amorfo, se destacan manchas de limonita procedentes probablemente de la descomposición del elemento coloreado ó ferro-magnesiano y cristales y microlitos alargados de plagioclasa que se orientan de manera que tienden á la estructura fluidal. Hay también en esta roca cuarzo y muscovita como minerales secundarios. En un ejemplar se ve el cuarzo y la biotita arrancados probablemente al granito.

Un ejemplar procedente de entre Santa Creu y Papiol ofrece una composición semejante y en el mismo grado de alteración, aunque los microlitos de plagioclasa sean más abundantes, el magma amorfo más escaso y la estructura fluidal menos acentuada.

Al terminar esta sumaria indicación de los principales tipos y variedades de rocas eruptivas que he reconocido entre los materiales

coleccionados por el Sr. Almera en la provincia de Barcelona, lamento no conocer más que imperfectamente la mayor parte de sus yacimientos, y no poder deducir algunas conclusiones sobre las relaciones que existen entre la estructura de estas rocas y las circunstancias de su yacimiento, cuestión del mayor interés para la geología moderna.

XV

EXCURSIONES A CASTELLVÍ DE LA MARCA

AL VALLE DE SAN PAU DE ORDAL Y Á SAN SADURNÍ DE NOYA

El sábado de madrugada salimos en carruaje á Castellví de la Marca, atravesando de E. á O. el llano pontiense del Panadés. Saliendo de Villafranca volvimos hasta Monjos, y en la trinchera del camino observamos el limo marino gris amarillento perteneciente al nivel más elevado del Tortoniense (Sarmático), sobre el cual está edificada Villafranca: está cubierto por arcilla con guijos y nódulos calizos que contienen *Lithothamnium*, la que á su vez sirve de asiento al limo cuaternario.

A medida que atravesamos el llano, nos damos cuenta de la extensión y del buzamiento del Burdigaliense y del Helvético: forman gran parte de la orilla SO. de la cuenca, y ofrecen una facies semejante á las de las formaciones de la misma edad de la cuenca del Ródano.

Más allá de Monjos tomamos el ramal de Castellví, y atravesamos siempre el Pontiense fluvio-continental, hasta la aldea de Almunia. Pasamos al lado de montículos arenosos, cuyas capas contienen restos de proboscídeos (*Mastodon.?*). Sobresalen estos montículos en la llanura y han quedado aislados por efecto de la denudación. Más allá de la Almunia atravesamos bancos arenosos que buzan de 4° á 5° hacia el NO., pasando á ser silíceos hacia arriba y conteniendo bancos de *Ostrea gingensis* y *O. crassissima* en la parte superior, con moldes de *Turritella*, de *Venus*, etc., en la parte inferior.

Por debajo existe un depósito salobre margo-arenoso visible en los puntos denudados, y forma una banda de anchura variable cubierta en las partes bajas por el légamo cuaternario y descansando por el lado N. sobre el Infracretáceo. Este depósito contiene, entre otros fósiles, los siguientes:

Sus major, Gerv.
Cerithium bidentatum, Grat.

C. crenatum, Broc., var.
Melania cf. *Tournoüeri*, Fisch.
Micromelania sp.
Melampus sp.
Valvata sp.
Bithynia sp.
Pisidium sp.
Helix Gualinoi, Mich.
H. delphinensis, Font.
Cyclostoma del grupo *Tudora*.
Cardium, diversas especies, etc.

Esta sucesión alternativa de formas marinas, salobres y terrestres, muestra de una manera evidente los movimientos de regresión y de transgresión del mar en esta región antes de la última regresión de las aguas marinas que tuvo lugar al fin de la época póntica.

Después de atravesar esta banda llegamos á la garganta del barranco de Marmellá, formada por el Infracretáceo, que constituye un serrijón que va desde San Martí Sarroca á Montmell. Subiendo la garganta, y á pesar de las numerosas fallas que se observan, pudimos reconocer la misma serie que habíamos visto anteriormente á la orilla del mar, con la misma facies y los mismos tipos salobres y marinos que en el macizo de Garraf: dolomía negra, caliza salobre con *Bithynia* y caliza de arrecife con *Matheronia* y *Cerithium*.

A 120 metros próximamente por encima del barranco, frente á la casa de Pascual, sobre estas calizas se ve una hilada de calizas arenosas brechiformes, blandas en ciertos niveles, amarillentas, muy ricas en fósiles, pertenecientes al Aptiense de arrecife y de más de 180 metros de potencia. Faltándonos tiempo para estudiar toda la escarpa, no pudimos ver más que la hilada inferior, muy fosilífera en este punto y de fauna francamente aptiense. Entre otros fósiles, se encuentran: el *Policonites* cf. *Verneuilli*, Bayle, y el *Horiopleura Almeræ*, Paquier, nov. sp. (in litt.), estudiados por M. Paquier. Es interesante hacer constar la existencia de estos tipos en la fauna aptiense, tanto más, cuanto que parece bien establecido que el género *Horiopleura* apareció, no con el Cretáceo superior [1], sino en el inferior, hecho que, por lo demás, había sido ya observado por M. Ca-

[1] *B. S. G. F.*, 1895, pág. 569.

rez en los Pirineos. Además de los *Policonites y Heriopleuras*, muy abundantes, se encuentran las especies siguientes:

Orbitolina discoidea, A. Grass.
— *conoidea*, A. Grass.
Enallaster Delgadoi, de Loriol.
Rhynchonella lata, d'Orb.
Terebratula prælonga, Sow.
— *sella*, Sow.
— *tamarindus*, Sow.
Ostrea præcursor, Coq.
— *Boussingaulti*, d'Orb.
— *aquila*, Sow.
Janira Morrisi, Pict. y Ren.
Lima Cottaldina, d'Orb.
Requienia Lonsdalei, auct.
Toucasia carinata, Math. sp., c.
Lithodomus avellana, d'Orb.
Trigonia caudata, Ag., c.
Cardium Euryalus, Coq.
— *amœnum*, Coq.
Cyprina curvirostris, Coq.
Fimbria corrugata, Sow.
Tapes cf. *paralella*, Coq.
Anatina sp.
Panopæa sp.
Nerinæa Renauxiana, d'Orb.
— *Coquandiana*, d'Orb.
— *gigantea*, d'Hombres-Firmas.
— *Archimedis*, d'Orb., etc.

Las dolomías y calizas cretáceas de la vertiente SE. de la montaña de Marmellá están cruzadas por numerosas fallas: muy cerca de Castellví se observa una de ellas, de forma curva muy interesante y de gran salto, que pone en contacto la dolomia con el Cretáceo inferior, constituido por la caliza con *Orbitolina lenticulata*.

Al SO., y muy cerca de Castellví, se ve un banco de arena con guijarros y con *Ostrea crassissima* descansar sobre el Cretáceo ó la dolomia: forma el montículo llamado Puig-Rodó.

Regresamos después á Villafranca y continuamos nuestro viaje en coche por la carretera de Barcelona á Tarragona por el valle de San Pau de Ordal. A la salida de la ciudad observamos el légamo tortoniense con *Turritella rotifera*, *Cerithium vulgatum*, etc., cubierto de un depósito de ribera formado de limo nodular, de caliza con *Lithothamnium* y guijarros, que acusa la regresión del mar al fin del periodo mioceno. A la izquierda del camino, más allá del cementerio, se observa en una pequeña prominencia del terreno un banco de *Ostrea gingensis*, el más alto de la región, con *Arca barbata*, etc. A dos quilómetros al SO., en San Pere Molanta, un depósito salobre con impresiones vegetales, *Potamides*, *Cardium*, *Arca*, *Leda*, *Corbula nucleus*., cc., y crustáceos, atestigua más claramente este movimiento de regresión de las aguas marinas. Después de haber recorrido la hermosa llanura pontiense del Panadés, cubierta en parte por el lehm travertinoso cuaternario, bordeando siempre el Cretáceo del macizo de Garraf por su lado N., llegamos á la una al valle de San Pau de Ordal.

A la derecha dejamos, al lado del camino, el Cretáceo inferior que forma una colina baja, contra la que se apoya el Pontiense continental. Está cubierta por el Terciario marino (Helvético) y formada por el Barremiense de arrecife con *Toucasia carinata* (?) de grandes dimensiones (Banco de Camp de Grils, en la aldea de Cantallops). Está cubierto por el Aptiense calcáreo-margoso con *Orbitolina lenticularis*, d'Orb.; *Heteraster oblongus*, *Janira Morrissi*, *Lima Cottaldina*, *Nerinæa* sp., etc., que se manifiesta al descubierto hasta las cercanías de la granja Rafols dels Caus.

A la izquierda tenemos el valle terciario, donde se encuentra el Cuaternario, Pontiense, Sarmático, Tortoniense y el Helvético (figura 34); debe observarse que este valle de San Pau de Ordal es en pequeño la cuenca de Viena: tan grande es su semejanza con esta última, tanto bajo el punto de vista estratigráfico como litológico y paleontológico.

El Pontiense superior es salobre y no fosilífero, á pesar de su espesor. Está constituido por capas abarrancadas, arenosas, guijarreñas, ó arcillosas amarillentas ó grises, con buzamiento variable, pero frecuentemente hacia el O. Está depositado en una ensenada, formada por un lado por el Helvético dislocado, y por otro por el Infracretáceo.

Se apoya sobre el Sarmático, que aparece en el fondo del valle;

aflora entre el camino de Barcelona á Tarragona y el empalme de la Vern, hacia la casa Vendrell, en donde están las capas más altas de este piso. Estas capas son margosas, arenosas y muy abundantes en *Cerithium*.

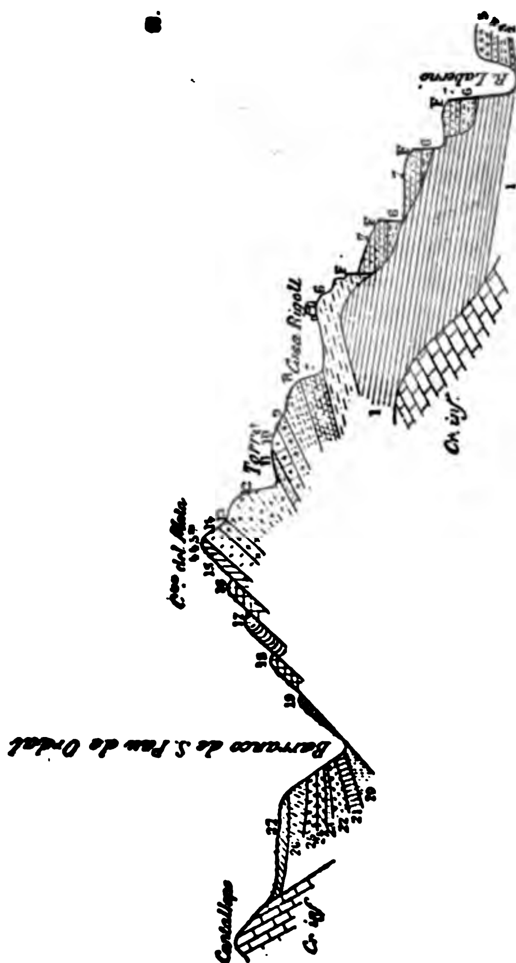


Fig. 34.—Corte general de los terrenos terciarios de Cantallops (San Pau de Ordal) en el arroyo Labernó (San Sadurní de Noya): escala, 1/80000; alturas libres.

1, arcillas rojas aquitanienses; 2 á 4, capas con *Scutella Lusitanica*; 5, capas inferiores con *Pereiræa Gervaisi*; 6 y 7, alternancia de bancos calizos y de arcillas (nivel medio con *Pereiræa Gervaisi*); 7 á 11, calizas y margas con *Pecten Gentoni*, etc. (Helvético); 12 á 19, arenas y calizas con *Lithothamnium*, etc.; 20 y 21, arcillas azules con *Pereiræa Gervaisi*, nivel superior (Tortoniense); 22, arenas sin fósiles; 23, banco de *Ostrea Gingensis*, var. *parva*; 24 y 25, capas salobres con *Cerithes* (Sarmático); 26, arenas y margas (Pontiense); 27, légamo cuaternario.

Por debajo viene otra capa arenosa y margosa, poco fosilífera, de 4 metros de espesor, descansando sobre un banco de *Ostrea Gingensis*, var. *parva*, de 2 metros de espesor. Las especies encontradas en las rocas superiores son las siguientes:

Murex Dertonensis, Mayer.
— *sublavatus*, Bast.
— *cœlatus*, Grat.
Pyrula cornuta, Agas.
Rostellaria Dordariensis, A. y B.
Nassa acrostyla, Fisch. y Tourn.
— *corniculum*, Oliv.?
Columbella complanata, Bell.?
Natica Josephinia, Risso.
Cerithium bidentatum, Grat., cc.
— *lignitarum*, Hörn., c.
— *pictum*, Bast., cc.
— *vulgatum*, Lin.
— *minutum*, Serres in Hörn.
— *rubiginosum*, Eichw.
Turritella cathedralis, Brong.
— *gradata*, Menk.
Nerita Plutonis, Bast.
Ostrea cf. *lamellosa*, Broc.
Lucina spinifera, Montagu.
— *dentata*, Agas.
Arca diluvii, Lamk., var. *Thracia* sp.
Chama gryphoides, Lamk., etc.

Continuando el descenso hacia el fondo del barranco de San Pau, atravesamos una masa de arenas verdosas, amarillentas, sin fósiles, cuyo espesor excede de 20 metros, sobre la cual está edificado en parte el pueblo. Estas arenas proceden del mar tortoniense, que ha precedido al régimen salobre con *Cerithium*.

Con este banco concluyen los depósitos de facies salobre y comienzan las hiladas francamente marinas. Más allá de la población se muestran en el fondo del mismo barranco arcillas azules margosas y arenosas, francamente tortonienses, del nivel superior de *Pereirœa Gervaisi*, *Rostellaria dentata*, var. *Dordariensis* y muchas especies de *Pleurotoma*, algunas muy frecuentes. Este yacimiento del Tortoniense superior se ha hecho clásico por la abundancia y buena conservación de los ejemplares; corresponde al horizonte de las arcillas de Baden y de Cabières de Aigues, y tiene su misma facies. He aquí la lista de las especies que se han encontrado hasta hoy;

muchas de ellas son especies nuevas; otras solamente son variedades de tipos existentes en las arcillas de Baden:

Crysophrys sp.
Sargus sp.
Oxyrhina sp.
Myliobatis sp.
Ditrupa sp.
Murex Delbosianus, Grat., c.
— *sublavatus*, Bast., var. *Grundensis*, Hörn. y Auing.
Pollia Dordariensis, A. y B.
Ranella marginata, Brong.
— *papillosa*, Pusch.?
Triton olearius, Lin., var. A. Bell.
Fasciolaria Tarbelliana, Grat., var.
Cancellaria foveata, A. y B.
— *Westiana*, Grat.
— *lyrata*, Broc.
— — Broc., var. *angusta*, A. y B.
— *cancellata*, Lamk.
— *calcarata*, Broc., var. *quadrulata*, A. y B.
— *contorta*, Bast.
— *obsoleta*, Hörn.
Pyrula cornuta, Ag., c.
— *rusticula*, Bast.
— *cingulata*, Brong.
— *reticulata*, Desh.
— *condita*, Brong.
— *geometra*, Bors.
Fusus multiliratus, Bell.
— *spinifer*, Bell., var.
— *angulosus*, Broc.
— *brevicaudatus*, Bell.
— *aduncus*, Bronn.
— *virgineus*, Grat.
— *corneus*, Lin.
Terebra neglecta, Micht., var. *raricostata*, A. y B.
— *neglecta*, Micht., var. *stricta*, A. y B.
— *striata*, Bast.

Terebra acuminata, Bors.
— *subcinerea*, d'Orb., var. *Catalaunica*, A. y B.
— *plicaria*, Bast.
— *Basteroti*, Nyst.
Eburna Brugadina, Grat.
Nassa Cocconii, Bell.
— *semistriata*, Broc., var. A. Bell.
— *Hörnesi*, May., var. *parvula*, A. y B.
— *Karreri*, Hörn. y Auing.
— *pulchra*, d'Anc.
— *Dujardini*, Desh., var. *B*. Fisch. y Tourn.
— *Schönni*, Hörn. y Auing.
— *obliqua*, Hilb.
— *Bollenensis*, Tourn., var. *acuminata*, A. y B.
— *acrostyla*, Fisch. y Tourn.
— *subsculptilis*, A. y B.
— *limata*, Chemn.
— *incrassata*, Müller, var. *minor*.
— *flexicostata*, Bell.
— *Basteroti*, Micht.?
— *Sturi*, Hörn. y Auing.
— *Haverii*, Micht., var. *minor*.
— *miocenica*, Micht.
— *costulata*, Broc., var. *Pœnitensis*, A. y B.
— *baccata*, Bast., var. *pseudo baccata*, A. y B.
— *serraticosta*, Bronn.
— *Tarraconensis*, Tourn.
— *Phos-Hornesi*, Semp.
— *connectens*, Bell.
Ringicula Baylei, Morl.
— *quædriplicata*, Morl.
— *Almeræ*, Morl.
— *Gaudryana*, Morl.
Purpura præcyclopeum, A. y B.
Cassis cyprociformis, Bors.
— *mammillaris*, Grat.
Dolium denticulatum, Dh.
Columbella minor, Scacc.
— *curta*, Bell.

Columbella nassoides, Bell.
— *subulato-curta*, A. y B.
— gr. *subulata*, Bell.
Oliva scalaris, Bell., var.
Ancilla glandiformis, Lamk.
Conus Berghausi, Micht.
— *Mercati*, Broc.
— *Sharpeanus*, P. da Costa.
— *avellana*, Lamk., var.
— *Tarbellianus*, Grat.
— *virginalis*, Broc.
— *extensus*, Puscb.?
— *canaliculatus*, auct., c.
Pleurotoma vermicularis, Grat.
— *pinguis*, Bell.
— *coronata*, Münst., var.
— *denticula*, Bast.
— *Aquensis*, Grat.
— *intermedia*, Broc.
— — Broc., var.
— *rasisulcata*, Font.
— *ramosa*, Bast.
— *pustulata*, Broc.
— *terebra*, Bast.
— *raricosta*, Broc.
— gr. *distinguenda*, Bell.
— gr. *cerithioides*, Desm.
— gr. *unifilosa*, Bell.
— gr. *raristriata*, Bell.
— gr. *exilis*, Bell.
— *ruida*, Bell.
— *interrupta*, Broc.
— *spinosa*, Grat.
— *asperulata*, Lamk., cc.
— *calcarata*, Grat.
— *Susannæ*, Hörn. y Auing.
— *concatenata*, Grat.
— *granulocincta*, Münst.
— *gradata*, Defr.

Pleurotoma ditissima, May.
— gr. *ditissima*, May.
— *Olgæ*, Hörn. y Auing.
— *sylvestris*, Doder.
— *carinifera*, Grat.
— *Jouanneti*, Desm.
— *semimarginata*, Lamk.
— *intorta*, Broc., var.
— *cataphracta*, Broc.
— *ornata*, Defr.
— gr. *columnæ*, Bell.
— *reticulata*, var. *Bollenensis*, Font.
— *brachistoma*, var. *comitatensis*, Font.
Voluta rarispina, Lamk.
Mitra separata, Bell., var.
— *scalarata*, Bell., var,
— *transiens*, Bell., var.
— *scrobiculata*, Broc., var.
— gr. *scrobiculata*, Broc.
— *goniophora*, Bell.
— *striatula*, Broc.
— *protracta*, Bell.
— *dignota*, Bell., var.
— gr. *fusulus*, Cocc.
— *Bronni*, Micht.
— *dryllitæformis*, Bell.
— *pyramidella*, Broc.
— *Venusta*, Bell., var.
Cypræa sp.
Natica millepunctata, Lamk.
— *glaucinoides*, Desh., var. *depressa*, Grat.
— *helicina*, Broc.
— *redempta*, Micht.
— *Josephinia*, Risso (*N. olla*, Serr.)
Pyramidella plicosa, Bronn.
Turbonilla Cocconii, Font.
— *costellata*, Grat.
— *subumbilicata*, Grat. in Hörn.
— *pusilla*, var. *præcedens*, Sacco.

Nisso eburnea, Risso.
Pyrgolampis Taurinensis, Sacco, var. *Dertonensis*, Sacco.
Eulima subulata, Donov.
— *lactea*, Lamk. in Grat.
Cerithium vulgatum, Brug.
— *Europæum*, May.
— *Lapugyense*, May.
— gr. *turonicum*, May.
— *crenatum*, Broc.
— *Bronni*, Partsch.
— *mutabile*, Grat., var.
— gr. *rupestre*, Risso.
— cf. *fraterculum*, May.
— *galliculum*, May.
— sp.
— sp.
Bittium reticulatum, da Costa.
Cerithiolum scabrum, Olivi, var. *Comitatensis*, Font.
Melanopsis gr. *buccinoides*, Fer. in Grat.
Aporrhais pespelecani, Linn.
Turritella cathedralis, Brong.
— *(Proto) rotifera*, Desh.
— *terebralis*, Lamk.
— *gradata*, Menk.
— *subangulata*, Broc., var.
— *acutangula*, Broc. in Grat.
— *bicarinata*, Eichw.
— *Archimedis*, Brong.
— *quadricarinata*, Broc.
— *communis*, Risso, var.
— *Cabrierensis*, Fisch. y Tourn.
Vermetus arenarius, Lin.
Scalaria tenuicostata, Mich., var. *Michaudi*, Font.
— *Turtonis*, Turt., var.
— *lanceolata*, Broc.
Solarium millegranum, Lamk.
— sp.
Adeorbis Woodi, Hörn.?
Phorus testigerus, Bronn.

Phorus Deshayesi, Micht.
Neritina concava, Fer.
— *pisiformis*, Fer.
— *picta*, var. *Zonata*, Grat.
— sp.
Rissoa Lachesis, Bast.?
— sp.
Rissoina pusilla, Broc.
— *Bruguierei*, Payr.
Trochus gr. *crispulus*, Phil.
Turbo tuberculatus, Serr.
Chanculus Aaronis, Bast.
Delphinula rotelliformis, Grat., var. *lævis*, Phil.
Rotella nana, Grat.
Truncatella sp.
Circulus sp.
Assiminca sp.
Cyclodostomia cingulata, Dod.
Capulus Aquensis, Grat.
Dentalium Jani, Hörn.
— *Michelottii*, Hörn.
— *tetragonum*, Brocc.
— *dentalis*, Lin.
— sp.
Melampus sp.
Cylichna umbilicata, Mont., var.
Volvula acuminata, Brug., var.
Actæon tornatilis, Lin.
— sp.
Retusa truncatula, Brong.
Bullina Lajonkairiana, Bast.
Ostrea sp.
Anomia phippium, Lin.
Pecten sp.
— sp.
— *galloprovincialis*, Math.
— *subpleuronectes*, d'Orb.
Arca Noæ, Lin.
— *umbonata*, Lamk.

Arca lactea, Lin.
— *diluvii*, Lamk., var.
Leda pellucida, Phil.
— sp.
Pectunculus pilosus, Lin., var.
Chama sp.
Cardium turonicum, May.
— sp.
Lucina miocenica, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B., cc.
— *dentata*, Bast., cc.
— *ornata*, Agas., var.
— *columbella*, Lamk.
Loripes leucoma, Turt.
Diplodonta apicalis, Phil., c.
Cardita scalaris, Sow., var.
Venus Dujardini, Hörn.
— *plicata*, Gmel.
Cytheræa rudis, Poli.
— sp.
Tellina donacina, Lamk.
— *crassa*, Penn., var.
— sp.
Ervilia pusilla, Phil.
Corbula revoluta, Broc.
— *carinata*, Duj.
— *gibba*, Olivi, c.
Trochocyatus latero-cristatus, M. E., c.

Al principio del barranco esta hilada es de origen salobre en su nivel más elevado, y consiste en un depósito margo-arenoso, sobre el cual está edificada la casa Vendrell, y está en contacto de la caliza tortoniense inferior con poliperos. Contiene, entre otros fósiles, *Mactra podolica* var. y varias especies cáspicas de *Cardium*.

Este es el nivel que precede al banco de que hemos hablado más arriba. Las especies recogidas en este punto son las siguientes:

Ditrupa sp.
Murex sp.
Fussus spinifer, Bellardi, var.

Nassa tumida, Eichw., var.
— *helicina*, Broc.
— sp.
Pereiræa Gervaisi, Véz., r.
Rostellaria Dordariensis, A. y B., tipo de la *R. dentata*, Grat.
Turritella cathedralis, Brong.
— *pusio*, Fisch. y Tour.
Nerita Plutonis, Bast.
Melanopsis costata, Fer.
Calyptræa chinensis, L.
Ostrea sp.
Arca diluvii, Lamk.
— *lactea*, Lamk.
— *dichotoma*, Hörn.
Leda commutata, Phil.
— *fragilis*, Chem.
— aff. *nitida*, Broc.
— sp.
Cardium cf. *turonicum*, Micht.
— *multicostatum*, Broc.
— cf. *Michelottianum*, May.
— (6 esp. dif.)
Hemicardium sp.
Lucina spinifera, Mont.
— *dentata*, Bast.
— *miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B.
Venus multilamella, Lamk.
Cytherea pedemontana, Agass., var. *minor*.
Tellina planata, Lamk.
Mactra podolica, Eichw., var., c.
Ervilia pusilla, Phil.
Thracia sp.
Corbula gibba, Olivi, etc.

Subimos el valle por el flanco opuesto, siguiendo el camino de la Vern á San Pau. Después de haber atravesado este pueblo, encontramos las capas de molasa margosa amarillenta, de arrecife, con *Lithothamnium*, poliperos, *Venus Aglauræ*, *Pecten*, etc., buzando fuertemente (35°) hacia el fondo del valle, y constituyendo la colina

Mata-Pujó (415 metros), que separa el valle de San Pau de Ordal de la cuenca general del Panadés, y continúan hasta el camino de San Sadurní de Noya. Este horizonte corresponde á las capas de arrecife ó Leithakalk del segundo tramo mediterráneo.

He aquí la lista de las especies que en él se encuentran:

Sirenidos.

Halitherium fossile, Cuv.

Moluscos.

Pereiræa Gervaisi, Vézian.
Rostellaria Dordariensis, A. y B.
Cypræa pyrum, Gm.
Turritella cathedralis, Brong.
Cerithium pictum, Bast.
Ostrea Welschi, Kilian.
— *gingensis*, Schloth.
Pecten Fuchsi, Font.
— *substriatus*, d'Orb.
— *bifidus*, Münster.
— *Opercularis*, Lamk.
— *Zitelli*, Fuchs.
— *varius*, Lamk.
Mytilicardia elongata, Brong., var., c.
Cardium sp.
Venus Aglauræ, Brong., c.
Mytilus Michelini, Math., var.
Lithodomus lithophagus, L.
— *minimus*, Locard.
Jouannetia Papiolina, Véz.

Briozoarios.

Escharoides monilifera, M.-Edw.
Ceriopora sp.

Antozoarios.

Septophyllia panteniana, Catulli.
Phyllocœnia superstes, Michelotti.

Cyathomorpha rochetina, Michelin.
Heliostræa Defrancei, E. H.
— *Ellisiana*, Defranc.
— *plana*, Mich.

Algas.

Lithothamnium sp., etc.

Subiendo el camino de San Sadurní á partir de la cruz, dejamos atrás las arenas pontienses, y después de éstas encontramos una trinchera abierta en las calizas de políperos para la construcción del camino, en la que se manifiesta la continuación del arrecife de San Pau que acabamos de ver. Continuando la marcha cortamos otra vez la serie de alto abajo. En la trinchera abundan los moldes de *Venus Aglauræ* y los políperos, formando un verdadero arrecife fajeado, que recuerda, según M. Deperet, el de Autignac, único conocido en Francia.

Por debajo vienen alternancias de bancos de arena y caliza con facies coralígena, repitiéndose tres veces con el mismo buzamiento. Los dos primeros bancos de arena tienen de 1m,50 á 2 metros de espesor; el segundo presenta en su parte superior un depósito de cantos de ribera acompañados de un banco de *Ostrea crassisima* y *O. gingensis*. El tercero, que tiene 3 metros de espesor, y el cuarto, que tiene 25, casi no tienen fósiles, á excepción de algunas *Anomia*. Por el contrario, los bancos de caliza intercalados, de 1m,50 á 2m,50 de espesor, aparecen cuajados de impresiones de fósiles litorales, sobre todo de lamelibranquios, formando una verdadera lumaquela. Contienen, además de *Ostrea*, *Anomia*, *Pecten*, briozoarios, *Nulliporos* (*Lithothamnium*), asociados á foraminíferos (*Operculina*) y á equinidos (*Clypeaster*, *Scutella*, etc.) Las especies que se han podido determinar son las siguientes:

Cerithium pictum, Bast.
Ostrea crassicosta, Sow.
— *digitalina*, Dub.
Pecten sp.
— *Fuchsi*, Font.
Cardita sp.
Cardium sp.

Lucina columbella, Bast.
Lucina ornata, Agass., var.
Tellina sp.
Scutella Lusitanica (?), de Loriol.
Clypeaster intermedius, Micht., etc.

Es necesario observar que estas alternancias de bancos de arena y de caliza son, por su posición estratigráfica, por la facies y la situación geográfica, el equivalente exacto de la Leithakalk de la cuenca de Viena.

Desde el collado inmediato, situado á 390 metros de altitud en las arenas inferiores, se desarrolló á nuestra vista el hermoso panorama de la cuenca del Panadés: la cordillera triásica, peleozóica y numulítica que lo limita por el N., en la que se destaca la característica silueta del Montserrat, y en el fondo los Pirineos. Por debajo de las arenas viene una serie de bancos de caliza molásica ó compacta y grumosa, alternando con margas y arcillas amarillentas ó azules, constituyendo casi toda la vertiente N. de la colina Mata-Pujó, que se eleva á 240 metros. Este nivel contiene el *Pecten Gentoni* en abundancia. La *Pereiræa Gervaisi* y la *Ostrea gingensis* reaparecen en diversos niveles en las capas margosas de toda esta vertiente.

El buzamiento de las capas hacia el S. disminuye á medida que vamos bajando; hacia la mitad de la vertiente aparecen horizontales. Al nivel de la casa Rigolt se manifiesta una falla que pone en contacto la caliza helvética y el Oligoceno. Descendiendo se ven todavía otras fallas, y se llega á la falla general del Panadés, que ha producido el último hundimiento de este lado de la cuenca.

Esta serie de capas corresponde á la base del segundo tramo mediterráneo (Helvético) ó nivel de Grund. He aquí las especies que se han encontrado:

Halitherium fossile, Cuv.
Carcharodon auriculatus, Blainv.
Aturia sp.
Rostellaria Dordariensis, A. y B. (del tipo de la *R. dentata*, Grat.)
Pereiræa Gervaisi, Véz.
Murex gr. *scalaris*, Broc.
Triton cf. *corrugatus*, L.
Ranella marginata, Brong.

Cancellaria calcarata, Broc., var. *quadrulata*, A. y B.
Pyrula magna, A. y B.
Terebra neglecta, Micht.
Nassa sp.
Columbella curta, Bell.
Conus canaliculatus, auct.
Pleurotoma asperulata, Lamk.
— *denticula*, Bast.
— *Jouanneti*, Desm.
— *Oliviæ*, Hörn. y Auing.
Voluta rarispina, Lamk.
Mitra scrobiculata, Broc., var.
— *striatula*, Broc., var.
— *goniophora*, Bell.
Natica helicina, Broc.
— *redempta*, Micht.
Conus Tarbellianus, Grat.
— *virginalis*, Broc.
Turritella turrix, Bast.
— *cathedralis*, Brong.
Cerithium gr. *thiara*, Grat.
Ostrea gingensis, Schlot.
— *crassissima*, Lamk.
— *digitalina*, Dub.
Anomia costata, Broc.
Pecten Gentoni, Font.
— *Fuchsi*, Font.
— *Vindascinus*, Font.
— *Tournali*, Serres.
— *galloprovincialis*, Math.
— *subpleuronectes*, d'Orb.
— *elegans*, Andr.
— *pusio*, Lamk.
— *substriatus*, d'Orb.
— cf. *opercularis*, Lamk.
Avicula Studeri, Agass.
Mytilus Michelini, Math., var.
Arca diluvii, Lamk., var.
Cardium Burdigalinum, Lamk., var.

Cardium sp.
Lucina miocenica, Mich., var. *Catalaunica*, A. y B.
— *columbella*, Bast.
— *ornata*, Agass., var.
Cardita Deshayesi, Hörn.
Venus Dujardini, Hörn.
Lutraria sanna, Bast.
Tellina sp.
Psammobia sp.
Solecurtus coarctatus, Gm.
Corbula gibba, Olivi.
— *carinata*, Dujard.
Panopæa Menardi, Desh.
Schizaster sp.

En fin, las capas pertenecientes al segundo tramo mediterráneo terminan abajo en el arroyo Lavernó por un banco de *Scutella Lusitanica* (?), de Loriol, que se extiende bajo la llanura hacia el N. hasta el río Noya, cerca de la casa Codorniú.

Por debajo de la casa Rigolt se observa que el substratum del Helvético consiste en arcillas rojas, arenosas, lignitíferas, con yeso y pirita en la parte inferior. Pertenecen al Aquitaniense lacustre. El Helvético se apoya sobre el Aquitaniense siempre por falla, según se ve en el camino que hemos seguido y sobre la línea del camino de hierro. Pero sobre todo cerca de la extremidad del túnel abierto en el Oligoceno, es donde se ve muy claramente la falla. Las especies encontradas en estas capas oligocenas hasta el presente son las que siguen:

Cricetodon antiquum, Pomel.
Acerotherium lemanense, Blainv.

Determinadas por M. Deperet después:

Melanopsis cf. *subbullata*, Said.
Nystia Duchasteli, d'Arch.
Hydrobia Dubuissoni, Bouill.
Neritina Aquensis, Math.
Helix sp.
Ancylus cf. *deperditus*, Desm.

Limnæa pachygaster, Thom.
— *subbullata*, Font.
Planorbis declivis, Braun.
— *Bouillensis*, Font.
— sp., etc.

En fin, este depósito aquitaniense, lo mismo que el Helvético, descansa en discordancia por transgresión sobre el Cretáceo inferior (Aptiense-Barremiense), sobre el cual está construido el antiguo fuerte y el pueblo de Subirats.

Dejamos estas formaciones á la derecha, y continuando nuestro camino seguimos por el Helvético hasta la estación de San Sadurní de Noya, edificada sobre las arcillas azules piritosas con *Schizaster* é intercalaciones de bancos de caliza con *Venus Dujardini*.

Octubre de 1898.

J. Almera.

XVI

NOTA ACERCA DE LA DOLOMÍA DE CATALUÑA

Y DE LOS PIRINEOS

La excursión verificada al O. de Villafranca ha completado con nuevos ejemplos mis impresiones acerca de las relaciones de la dolomía análoga á la Haupt-Dolomit de los Alpes Orientales y de Sorrento. Tanto en Cataluña como en los Pirineos en general, esta dolomía parece proceder, por un efecto químico, de la transformación de capas de diversos horizontes; en dos palabras, ésta es una zona de metamorfismo, que lo mismo llega hasta el Lías como puede alcanzar la base del Cenomanense. Las capas están, por lo demás, cruzadas por numerosas fallas que producen contactos bruscos entre la dolomía y los estratos de diferentes horizontes. Según se consideren preferentemente estos accidentes, ó que se trate de investigar las relaciones de superposición de los diversos horizontes, se estará dispuesto á aceptar la clasificación del Sr. Almera ó la que ha parecido más probable á otros geólogos. En la conclusión formulada más arriba, acepto todos los hechos comprobados y he tratado solamente de ponerlos de acuerdo comparando los diversos cortes sobre el terreno.

Este procedimiento de conciliación me parece aplicable á todas las discusiones relativas al Haupt-Dolomit, que tan frecuentemente es la base de las rocas secundarias de regiones muy considerables. En los Pirineos se ha clasificado la dolomía en todos los terrenos desde el Cambriano; con frecuencia se desarrolla también en el Jurásico, pero se ha buscado en vano el Lías en su base; su irregularidad es un carácter muy notable. Las *Bithynia* parecen desempeñar el mismo papel que el *Turbo solitarius* en la Haupt-Dolomit.

En resumen: la dolomitización parece desempeñar en los Pirineos y en los Alpes un papel análogo á la formación del granito, y ha ocasionado, necesariamente, ilusiones de primera impresión que los admirables trabajos de los geólogos catalanes pueden contribuir á disi-

par. La formación de la dolomía, como la del granito, parece continuar á través de las edades geológicas en Cataluña, y puede explicar el carácter en bolsadas de sus capas y los movimientos complicados de sus numerosas cuencas. La Geología química me parece destinada á esclarecer estos fenómenos todavía misteriosos.

Octubre de 1898.

STUART MENTEATH.

XVII

LOS TERRENOS NEÓGENOS DE BARCELONA

1.º—Terreno plioceno.

El *Plioceno* se manifiesta en los alrededores de Barcelona, exactamente como en el Mediodía de Francia y en Argelia, es decir, en forma de golfos ó de *fiords*, más ó menos extensos, que penetran en el fondo de los valles bajos actuales, donde los depósitos pliocenos marinos descansan en discordancia sobre una cualquiera de las formaciones más antiguas.

Así es que bajo la misma ciudad, y bajo los arrabales de Barcelona, los depósitos pliocenos rodean como á una isla la colina miocena del castillo de Montjuich y se apoyan al O. directamente sobre el granito y las pizarras paleozóicas del macizo del Tibidabo. El Sr. Almera nos ha hecho ver en el pueblo de Sans el Astiense margo-arenoso con *Lithothamnium* y *Pecten cristatus*, representando una facies tranquila del Plioceno medio constituída á pequeña distancia del litoral; mientras que el barranco de Esplugas nos ha mostrado, mucho más cerca de la escarpa granítica, una facies de la misma edad mucho más basta, constituída por guijarros y arenas graníticas con *Pecten scabrellus, bollenensis, benedictus*, Balanus, Ostras, etc. Las capas de Esplugas me han parecido completamente idénticas á las superiores del Plioceno marino de Millas y de Banyuls des Aspres (Rosellón), que he descrito bajo el nombre de arenas grises con *Pecten scabrellus*. En Esplugas, como en el Rosellón, estas capas terminales del Plioceno marino están cubiertas inmediatamente por limos continentales amarillentos que representan los depósitos pluvio-terrestres con *Mastodon arvernensis* é *Hipparium crassum* de los alrededores de Perpiñán. Estas capas limosas del Plioceno medio [1]

(1) Los limos fluvio-continentales del Plioceno medio desempeñan, á mi entender, en la geología de la región litoral de Cataluña, entre Barcelona y la frontera francesa, un papel de primer orden, que no ha sido suficientemente aclarado. No solamente estos limos, más ó menos arenosos, llenan la

son poco gruesas en Esplugas; el Sr. Bofill nos ha asegurado que había recogido, no lejos de este punto, un diente de Mastodonte.

En el valle bajo del Llobregat el mar plioceno ha penetrado profundamente hásta un poco más allá del Papiol, y ha depositado al pie de este pintoresco pueblo, en una ensenada de terrenos miocenos, gruesas capas de arcillas azules *plesancienses* con fauna variada: *Turritella subangulata*, *Nassa semistriata*, *Corbula gibba*, *Venus multilamella*, *Pleuronectia cristata*, *P. comitata*, numerosas Pleurotomas, etc. La facies de este yacimiento y de esta fauna me han recordado de una manera notable la facies de Théziers (Gard) y de las arcillas con políperos de Saint-Restitut (Drôme).

Algunos quilómetros más arriba en el valle, cerca de Castellbisbal, afloran, descansando sobre el Aquitaniense rojo continental, por intermedio de un conglomerado de base, arcillas azules y amarillas, donde el Sr. Almera ha descubierto la fauna de las *capas de Congerias* del valle del Ródano (*pequeñas Congerias*, *Neritinas*, *Melanias*, *Melanopsis Neumayri*, *Limnocardium*). Tenemos aquí, como en Bollène y Théziers, la *facies pliocena* de esta formación cáspica; la demostración decisiva de la edad pliocena de estas capas de Congerias del Llobregat, la suministra la presencia en Papiol, en el seno de las arcillas plesanciénses y mezcladas con los elementos marinos de esta fauna, de *todas las especies de Castellbisbal* que hemos podido recoger bajo la dirección del Sr. Almera. Podría pedirse aquí investigar si las capas amarillentas de Congerias no son una simple facies lateral de las capas de Papiol, debido á la existencia en el fondo del golfo marino de un estuario del Llobregat plioceno.

2.º—Terreno mioceno.

1.º Pontiense.—El *Mioceno superior*, de facies continental, ocupa vastas extensiones en las cuencas del Llobregat y de la ribera del

depresión de Figueras ó del Ampurdán, cuenca simétrica de la del Rosellón, al S. del eje cristalino de los Pirineos orientales, sino que se refieren todavía á estas mismas formaciones y no al Cuaternario, como se ha hecho con frecuencia, á causa de su facies idéntica, los limos amarillentos que llenan las cuencas por hundimiento alineadas en rosario en el eje del macizo antiguo del litoral catalán. Me parece que hay grandes probabilidades de que se habrán de encontrar algún día en estos depósitos yacimientos de mamíferos fósiles análogos á los del Rosellón.

Besós, al N. del macizo antiguo del litoral (Vallés-Panadés). Cerca de Sardanyola hemos podido estudiar este tramo, compuesto de guijarros torrenciales, mezclados con limos, que recuerdan por su facies los guijarros y limos con *Hipparium gracile* de Cucuron y de la meseta de Valensole, en la cuenca de la Durance. El Sr. Almera ha descubierto, no lejos de Tarrasa, los mamíferos de la fauna del monte Leberon (*Hipparium gracile, Mastodon longirostris, Micromeryx*, etcétera).

Las condiciones continentales comprobadas generalmente al fin del Mioceno, en el Languedoc, Provenza, el N. de Italia, Grecia, etc., tienen, pues, en Cataluña su reproducción perfecta.

En la pequeña cuenca terciaria litoral de Villanueva y Geltrú, al SE. de Barcelona, el Sr. Almera nos ha hecho ver, por encima del Tortoniense marino, una gruesa serie de calizas laguno-lacustres con *Potamides tricinctus*, Broc.; *Hydrobia*, *Bithynia* aff. *leberonensis*, *Helix*, etc., cuya edad pontiense no me parece establecida de una manera definitiva desde el punto de vista paleontológico. Nuestro compañero M. Zurcher me enseñó hace algunos años una colección correspondiente á una fauna análoga, con *Potamides tricinctus*, procedente de Majastres y de Levens (Bajos Alpes), en calizas situadas á un nivel inferior al de los guijarros con *Hipparion* de la planicie de Valensole. Estoy inclinado, pues, á pensar que estas calizas representan, ó un accidente lagunar en lo alto del Tortoniense, ó á lo más del Sarmático.

2.° Sarmático.—La cuestión de la equivalencia exacta en la cuenca del Mediterráneo occidental, del importante *piso sarmático* de los geólogos de Oriente, es una de las más difíciles de precisar en la actualidad en la estratigrafía miocena. Me ha sido imposible, á pesar de las investigaciones en ese sentido, descubrir en la cuenca del Ródano un equivalente paleontológico de este gran horizonte, y he debido limitarme á suponer que su paralelismo es semejante al de las capas marinas terminales del *segundo piso mediterráneo*, situadas en el Delfinado ó en la Provenza inmediatamente por debajo de las capas pontienses con *fauna de Pikermi*. En los alrededores de Barcelona los descubrimientos del Sr. Almera representan un importante progreso para la solución de esta delicada cuestión. Cerca de Sardanyola hemos observado el Tortoniense marino marcadamente litoral, con bancos de *Ostrea crassissima, Venus plicata*, grandes Conus, Turritellas del tipo *vermicularis*, pequeños *Cardium*

y numerosos moldes y jacillas de *Cerithium pictum;* la *facies sarmática* se reduce aquí á esta última especie, que está lejos de ser característica del piso, y en todo caso no hay separación de los dos niveles, sino mezcla de los dos elementos fáunicos en los mismos bancos.

En San Pau de Ordal, en la cuenca del Panadés, el piso sarmático está mejor caracterizado: se observa á notable altura, por encima de las margas tortonienses con *Pereiræa Gervaisi, Rostellaria Dordariensis, Protorotifera, Ancilla glandiformis, Pleurotoma Jouanneti* y *asperulata,* un horizonte margoso-fosilífero con *Cerithium pictum, C. bidentatum, Turritella gradata, Natica Josephinia,* asociadas á tipos francamente sarmáticos, como *Ervillia podolica, Mactra podolica,* y cubriendo un banco de pequeñas *Ostrea gingensis* y *digitalina;* el Pontiense continental viene inmediatamente por encima. Hay, pues, en esta localidad un verdadero nivel estratigráfico *sarmatiense,* pero con una facies más marina que en la región del mar sarmático de Oriente. El Sarmático no parece ser, en resumen, más que el Tortoniense superior, y esta observación está conforme con la fauna de mamíferos terrestres del piso que en la cuenca de Viena contiene las especies de la *fauna de Sansan,* es decir, del segundo piso mediterráneo.

5.° Segundo piso mediterráneo (Vindoboniense).—La colina aislada de Montjuich que domina la ciudad y el puerto de Barcelona es un buen ejemplo del conjunto de este piso, comprendiendo á la vez el Helvético con *Turritella turris* en la base y el Tortoniense con *Turritella bicarinata, Cardita Jouanneti,* var. *læviplana,* hacia la cumbre (fauna de Cabrières-d'Aigues). Antes de los derrubios prepliocenos que han aislado la colina, las capas de Montjuich debían apoyarse directamente sobre el macizo antiguo en ausencia del primer piso mediterráneo, del que no existe ningún indicio. Este es un nuevo ejemplo manifiesto de la transgresión del segundo piso mediterráneo con relación al primero, y viene en apoyo de comprobaciones semejantes que han podido hacerse de una manera general en Languedoc, á lo largo del borde oriental de la Planicie central, en el Jura, en Souabe, etc., es decir, sobre todo el *Vorland* de la cordillera alpina.

Hemos observado igualmente el segundo piso mediterráneo en superposición al primero en la gran cuenca del Panadés sobre la parte opuesta occidental del macizo litoral. Se compone aquí esencialmen-

te de margas azules y de molasa amarilla margo-arenosa con moldes de bivalvas que recuerdan completamente la facies del *safre* del Languedoc y de la Baja Provenza. Cerca de San Pau de Ordal, sobre el camino de San Sadurní, el Sr. Almera nos ha enseñado, hacia la parte superior del piso, un verdadero y pequeño arrecife de polipe-ros, en todo semejante al arrecife de Autignac, en el fondo del golfo mioceno del valle del Hérault: estos arrecifes coralíferos miocenos son bastante raros en nuestras comarcas para merecer mención especial.

4.° PRIMER PISO MEDITERRÁNEO (BURDIGALIENSE).—El descubrimiento del Burdigaliense en Cataluña es una de las más importantes comprobaciones recientes del Canónigo Sr. Almera.

Este piso no ocupa más que una superficie muy reducida sobre el borde oriental del Panadés, al S. de la pequeña ciudad de Villafranca. A la desembocadura del macizo urgo-aptiense, en el llano del Panadés, hemos visto descansar directamente sobre las calizas secundarias un conglomerado de elementos calizos locales de cerca de 100 metros de potencia, cubierto por una caliza dura, con innumerables *Lithothamnium* y grandes *Ostrea*. En el barranco de los Monjos esta misma caliza contiene numerosos *Pecten præscabriusculus*, *P. subbenedictus*, *Echinolampas* y briozoarios, es decir, la fauna característica del Burdigaliense superior del valle del Ródano. La facies de las capas recuerda de una manera notable la de la molasa caliza del pie de Leberon y de la cuenca de Forcalquier. No he observado ningún indicio de la molasa arenosa del Burdigaliense inferior con *Pecten Davidi*: como en muchos puntos de la cuenca del Ródano, el Burdigaliense superior es aquí transgresivo sobre este último horizonte.

5.° AQUITANIENSE.—Haré mención, para terminar, de una importante formación continental (capas rojas con conglomerados intercalados) que hemos observado en el fondo de la ensenada pliocena del Llobregat cerca de Martorell. Esta formación torrencial parece desempeñar un papel muy importante á lo largo del borde meridional del Panadés; pero queda perfectamente independiente de las formaciones eocenas y oligocenas del gran sinclinal numulítico subpirenáico. El Sr. Almera ha tenido la fortuna de poder fijar la edad de esas capas rojas por el descubrimiento de mamíferos (*Sciurus Feignouxi*, *Cricetodon antiquum*, *Dremotherium*, *Acerotherium*), que parecen corresponder á la fauna aquitaniense de Saint-Gerand le Puig.

Y es curioso rocordar que formaciones análogas y de la misma edad desempeñan un papel importante en Argelia (gran kabila, cuenca de Bouira, cuenca de Costantina, etc.)

Octubre de 1898.

CHARLES DEPÉRET.

M. L. CAREZ presenta las observaciones siguientes:

La excursión de Castellví de la Marca nos ha mostrado una sucesión de las más interesantes:

1. Dolomía negra (jurásica).
2. Caliza urgoniana con *Requienia*.
3. Calizas y margas con *Horiopleura* y *Polyconites* con fauna aptiense bien caracterizada, y cuya lista se debe al Sr. Almera.

Este corte es idéntico al de San Pau de Fenouillet (Pirineos orientales), que he descrito en la reseña de la reunión de Corbières en 1892; demuestra una vez más lo que no he dejado de repetir desde hace muchos años, á saber: que la zona de *Horiopleura* y *Polyconites* pertenece al Aptiense y no al Gault. Lo mismo en San Pau que en Castellví no solamente los fósiles que acompañan á los *Horiopleura* y *Polyconites* son aptienses, sino que la fauna aptiense se continúa aún en las capas más recientes.

Las fallas son tan numerosas en las cercanías de Castellví como en las costas de Garraf: una bonita falla curva con superficie lisa bien marcada que pasa cerca de la iglesia, atrae particularmente la atención. Creo interesante, por lo demás, hacer notar la diferencia esencial desde el punto de vista tectónico entre el macizo secundario de Garraf-Villafranca y la región primaria de las cercanías de Barcelona. En esta última las fallas son muy raras, ó por lo menos ejercen poca influencia sobre la estructura general, mientras que los pliegues adquieren una intensidad considerable y las inversiones son, por decirlo así, la regla general.

Por el contrario, en la zona secundaria las fallas verticales ú oblicuas están en prodigiosa abundancia; han dividido el macizo en una serie de compartimentos que han saltado los unos con relación á los otros, observando casi siempre una posición próxima á la horizontal. Los pliegues y las inversiones no desempeñan aquí más que un papel accesorio.

XVIII

EL CRETÁCEO SUPERIOR DEL VALLE DE LA MUGA (GERONA)

Una buena parte del Cretáceo superior del N. de España, á semejanza de el del Mediodía de Francia, ha sido referido á una época más reciente después de detenido estudio por distinguidos geólogos: ciertas capas, consideradas antes como turonenses, se incluyen hoy día en el Senonense; y los diferentes niveles que se acusan en el conjunto del Cretáceo superior español, han sido hábilmente delimitados por M. Douvillé, gracias á sus excelentes estudios sobre la estructura de los Rudistos. Este importante servicio, hecho á la Geología en general, me da ocasión para manifestar mi reconocimiento por los progresos que se han conseguido en la geología de Cataluña, determinando de una manera precisa la equivalencia entre sus hiladas y las de la parte meridional de Francia.

Pero de todas las regiones en que la nueva clasificación se impone, ninguna otra experimenta más profunda modificación que la faja cretácea del valle de la Muga (provincia de Gerona), descrita hace veinte años en mi Memoria *Sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña*. M. Douvillé, modificando las determinaciones específicas que entonces se hicieron de mis ejemplares de Rudistos por otros sabios paleontólogos, ha anulado las consideraciones que me condujeron á admitir la existencia del Senonense inferior *lacustre*, descansando sobre los sedimentos que se creían turonenses.

En mi trabajo citado indicaba muchas veces las analogías notables que había observado entre la fauna de ese supuesto *Senonense inferior lacustre* y la del Garumnense catalán; pero la presencia del falso Turonense inmediatamente debajo de él, la dificultad de admitir aquí una interrupción en toda la duración del Senonense, y, por último, el hecho de que existe en Francia el *Senonense lacustre* en la formación lignitífera de Beausset, todo ello hacía admisible la idea de que este *Senonense lacustre* existía también en los Pirineos españoles en el valle de la Muga.

Esta idea veremos bien pronto que no debe abandonarse; pero la nota que tengo el honor de presentar á la Sociedad tiene por objeto

demostrar que las hiladas que yo pensaba entonces poder representarle no le representaban, pues son *garumnenses*. El banco con *Hippurites cornuvaccinum* y *H. sulcatus*, que ha pasado á ser, por los estudios de M. Douvillé, banco con *H. Archiazi* y *H. Heberti*, no es *turonense*, sino *campaniense*, según el estado actual de nuestros conocimientos. Las capas muy fosilíferas que le son inferiores no son tampoco turonenses, pasan á ser *santonienses*, y en estas hiladas santonienses *marinas* es donde existe una hilada *lacustre* que ocupa también parte del lugar que se ha hecho abandonar á las que hoy se consideran garumnenses.

He aquí, pues, descrito en orden descendente el corte (fig. 35) de esta interesante localidad, tal como yo la considero.

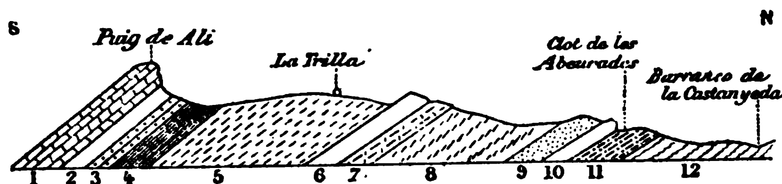


Fig. 35.—Corte de la faja cretácea de Carbonils: longitud, 2 quilómetros; alturas libres.

GARUMNENSE. 1.—Calizas subcompactas, blanquecinas. Forman la cumbre del Puig de Alí, que se eleva á unos 90 metros sobre la posesión de La Trilla.

2.—Calizas arcillosas agrisadas.

3.—Margas amarillentas, color de heces de vino y blanquecinas.

4.—Varias alternancias de areniscas amarillas en bancos de 40 á 50 centímetros de espesor, con margas azules ó negruzcas de un metro á metro y medio de grueso. Indicios carbonosos han dado lugar á exploraciones mineras infructuosas.

Cerithium nov. sp.
Cassiope nov. sp.
Nerita Malladæ, Vidal.
Neritopsis Goldfussi, Zekeli sp., género de Oppenheim.
Actæonella nov. sp.
Tornatellæ a nov. sp.
Melania stillans, Vidal.
Pyrgulifera cf. *Matheroni*, Roule.

Dejanira Matheroniana nov. sp. Siendo la *Dejanira Matheroni*, Vidal, sinónima de la *D. bicarinata*, Stol., he conservado para esta nueva especie el nombre del sabio paleontólogo provenzal.
Melanopsis nov. sp.
Cyrena, dos especies.
Cardium Duclouxi, Vidal.

Dordoniense. 5.—Margas arenosas agrisadas ó azuladas: alternancias con areniscas califeras, pardas, de uno á dos metros de espesor. Esta serie, de un espesor de unos 100 metros, encierra fósiles muy mal conservados.

Nautilus.
Janira quadricostata, Gein. sp.
Ostrea Matheroniana, d'Orb.
Cassiope cf. *Renauxiana*, d'Orb.
Diploctenium cf. *subcirculare*, Mich.

Campaniense. 6.—Banco de Rudistos que se extiende en las cercanías de la posesión La Trilla hasta la cumbre del costado del N.

Hippurites Archiaci, Munier-Chalmas.
— *Heberti*, Munier Chalmas.
— *Vidali*, Matheron.
Radiolites Toucasi, d'Orb.

7.—Margas sabulosas.

Cassiope cf. *Renauxiana*, d'Orb. sp.
Cyclolites.
Diploctenium.

Santoniense. 8.—Arenisca califera parda alternando muchas veces con margas arenosas grises. La arenisca contiene radiolites y esferulites que no se pueden desprender. En las margas existen las especies siguientes:

Ostrea plicifera, Duj., var. *spinosa*, Math.
— *caderensis*, Coq.
Pachygira labyrinthica, Mich. sp.
Diploctenium lunatum, Mich.

9.—Arenisca de granos gruesos sobre un banco de marga sabulosa.
10.—Caliza con Rudistos: *Hippurites canaliculata*, Rol.
11.—Margas y calizas margosas grisáceas ó azuladas.

Rhynchonella Lamarckiana, d'Orb.
Janira quadricostata, Gein. sp.
Placocœnia.
Terebratula Nanclasi, Coq.

12.—Margas verde sucio potentes.

Pecten.
Ostrea plicifera, Duj., var. *spinosa*, Math.
— *caderensis*, Coq.
— *priorati*, Vidal.

Estas margas santonienses, más al S., se hacen muy fosilíferas; en ellas se encuentran:

Cassiope Coquandi, d'Orb. sp.
— *Renauxiana*, d'Orb. sp.
— cf. *ornata*, Drescher, sp. (in Frech.)
Turritella difficilis, d'Orb.
Corbula striatula, Goldfuss.
— *Goldfussiana*, Math.
Mytilus striatocostatus, d'Orb.
— *Verneuilli*, de Prado.
Lima semisulcata, Desh.
Ostrea caderensis, Coq.
Radiolites angulosus, d'Orb.
Sphærulites Toucasi, d'Orb.
— *squamosa*, d'Orb.
— *minor*, Vidal.
Cyclolites elliptica, Lamk.
Columnastræa striata, Edw. y Hai.

Pero lo que da á estas hiladas santonienses una gran importancia desde el punto de vista de su comparación con las regiones meridio-

nales de Francia, es que existe en el seno de esta formación, y sobre un banco de *Radiolites angulosa* y *Sphærulites squamosa*, una delgada capa de lignito que contiene, con los gasterópodos y pelecípedos mal conservados, el *Melanopsis galloprovincialis*, Math., tan común en la base de la formación lignitífera de Provenza. Aunque esta especie sea muy rara, no puede menos de reconocerse aquí el horizonte de lignitos de Fuveau. Por esta razón he dicho anteriormente que no renunciaba á la idea de que exista en Carbonils el *Santoniense lacustre*, aunque deba separar de este horizonte las capas llamadas así en el primer estudio y hacerlas subir al Garumnense.

Así, pues, en resumen, la mancha cretácea del valle de la Muga ofrece un buen ejemplo de sucesión en orden normal de los niveles de la creta superior, y encontrándose colocada en la extremidad oriental de la creta de Cataluña, establece geográfica y geológicamente el lazo de unión de la creta española con la del Mediodía de Francia.

Esta mancha está comprendida entre el Trías por el N. y el Numulítico por el S. La montaña de la Mare de Deu del Fau, que es triásica, forma su orilla septentrional y deja al descubierto en su base, por el lado del N., el pórfido granitoide que se extiende al E., formando la montaña de Monguevá.

Su orilla meridional está formada por la serie de crestas eocenas que el río la Muga sigue hasta San Lorenzo de la Muga.

Esta disposición geológica difiere poco de la que figura en el Mapa geológico que acompaña al *Étude estratigrafique des massifs montagneux du Canigou et l'Albône*, publicado por M. Joseph Roussel en 1896 en el *Bulletin des Services de la Carte geologique de la France*, trabajo que abarca una pequeña zona catalana de la vertiente meridional de los Pirineos.

En esta Memoria, de que yo no había tenido conocimiento cuando leí mis observaciones anteriores á la Sociedad geológica reunida en Barcelona, M. Roussel da á conocer por primera vez la presencia del Garumnense en las crestas fronterizas de esta extremidad de la cordillera pirenáica. Pero la semejanza del color rojo de las margas y conglomerados de esta formación con el de las hiladas triásicas, dice este geólogo (pág. 292), ha inducido á error á los que han referido al Trías estos terrenos; y en consecuencia, ha suprimido el Triásico en su mapa sobre toda esta porción de la vertiente meridional de los Pirineos.

Mis observaciones no me permiten aceptar esta conclusión. El Trías existe, en efecto, y sigue paralelamente á la cresta fronteriza, y pudiéndosele seguir de E. á O. en una corrida de 20 quilómetros próximamente. Está cortado por el camino de Figueras á la frontera, cerca del puente de Capmany, donde se explotan las calizas del Muschelkalk, y la arenisca abigarrada constituye la sierra de Montroig; pasa al N. de San Lorenzo de la Muga, en Darnius, descansando sobre el granito ó el pórfido, y en contacto por falla con el Cretáceo superior que acabo de describir (fig. 36).

La montaña de Nuestra Señora del Fau, que ya he mencionado,

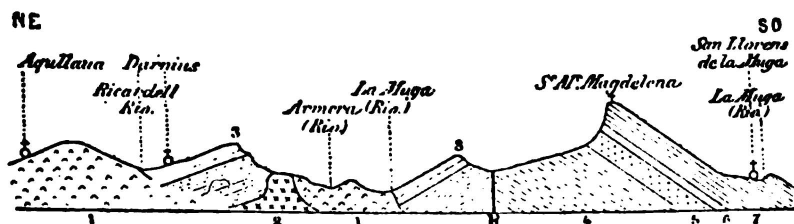


Fig. 36.—Corte de Agullana á San Lorenzo de la Muga: longitud, 12 quilómetros; alturas libres.

1, granito; 2, pórfido; 3, Trías: caliza del Muschelkalk sobre pudingas cuarzosas y margas rojas de la arenisca abigarrada; 4, margas senonenses; 5, Garumnense: areniscas rojas y margas rojizas y amarillentas; 6, Numulítico inferior: caliza con *Alveolinas;* 7, Numulítico medio: margas con *Turritellas.*

situada al N. y muy cerca de la mancha cretácea de Carbonils, se eleva hasta 200 metros de altura cerca de la frontera, presentando un buen ejemplo de los dos pisos del Trías: el *Muschelkalk* y la *Arenisca abigarrada.* Las capas buzan al SO. De arriba abajo se encuentran, bajando por el camino que conduce á Massanet de Cabrenys, las hiladas siguientes:

Muschelkalk...
- 1 Dolomía gris negruzca y caliza compacta.
- 2 Carñiolas.
- 3 Caliza: hiladas mezcladas con margas rojas.
- 4 Caliza.

Arenisca abigarrada......	5 Margas rojas.
	6 Pudingas cuarzosas.
	7 Pórfido.

Las pudingas de la Arenisca abigarrada en hiladas rojas, entran en Francia por Constonge.

L. M. Vidal.

Octubre de 1898.

M. Carez cree que las capas de *Hippurites Heberti* é *H. Archiasi* son idénticas á las de Foix y son santonienses y no campanienses, como opina M. Douvillé.

M. Depéret pregunta al Sr. Vidal si la *Melanopsis galloprovincialis* se halla debajo de los últimos *Hippurites*.

El Sr. Vidal contesta que, en efecto, está por debajo, al contrario de lo que ocurre en Provenza, donde los *Melanopsis* están encima.

M. Depéret añade que, gracias al descubrimiento de ammonites santonienses, se han podido considerar más antiguas en estos últimos tiempos las capas con hippurites de Provenza, y que las capas salobres de Valdonne y Fouveau pudieran ser del Santoniense marcadamente superior; pero en Cataluña habría por encima un nuevo horizonte de hippurites que serían forzosamente campanienses.

XIX

SOBRE LA EXISTENCIA DEL TERRENO INFRALIASICO EN ESPAÑA

POR EL Sr. CALDERÓN

La existencia del terreno infraliásico no ha sido aún señalada en España, y, sin embargo, desde la base de los Pirineos hasta Castellón, cerca de la costa mediterránea, y, sobre todo, en la cordillera Ibérica, se extiende una serie de manchas de potentes formaciones de calizas, dolomías y brechas que considero como pertenecientes á dicho terreno. Estas manchas forman con frecuencia áridas mesetas, que han sido clasificadas como correspondientes al límite superior del terreno triásico unas veces, otras como del Lías inferior ó como del Terciario, ó bien han pasado inadvertidas; pero todas ellas tienen notables caracteres de semejanza.

Dichas formaciones se encuentran en los Pirineos de la provincia de Huesca; en diversos sitios de las provincias de Barcelona, Tarragona, Castellón, Teruel (sobre todo en la sierra de Albarracín), Guadalajara y Cuenca; pero no conocemos aún exactamente la extensión de todas estas formaciones, porque no han llamado la atención de los geólogos.

En la provincia de Guadalajara el terreno infraliásico se halla en las cercanías de Sigüenza, en toda la meseta que se extiende entre Alcolea del Pinar hasta Mazarete, á 1300 metros; en la meseta de Molina de Aragón, y en otras más pequeñas de El Pobo, Prados Redondos y Tordellego. Todas estas manchas se corresponden como restos de una gran meseta uniforme.

El terreno infraliásico ibérico está constituido por dos términos ó formaciones concordantes. El término inferior se compone de calizas dolomíticas ó carñiolas de color claro, pasando con frecuencia á verdaderas dolomías sacaroideas. Esta formación alcanza 100 metros próximamente en Molina de Aragón y en la provincia de Teruel. Al-

guna vez se encuentran, bajo forma de filones en la carñiola ó en su base, brechas calizas constituidas por restos de calizas triásicas de magnitud variable, amontonadas más bien que trabadas por un cimento.

El término superior está formado por una caliza compacta, silícea, gris clara, en capas delgadas, con frecuencia llena de agujeros cilíndricos. En el espesor de esta formación se encuentran capas de toba caliza tan bien caracterizadas como la que se forma en nuestros días, pero mucho más compacta, la cual es empleada en Santiuste desde la Edad Media como una excelente piedra de molino. Los agujeros de la caliza silícea, como los de la toba, son cilíndricos, según acabo de manifestar, y se cruzan en diversos sentidos; pero con frecuencia son poligonales, con estrías que recuerdan los moldes de equisetáceas. La roca está en algunos sitios de tal modo cruzada de tubos y galerías, que se parece por su aspecto á ciertas

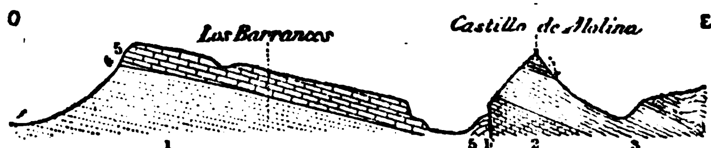


Fig. 37.—Corte por los barrancos y el castillo de Molina: escala de longitudes, 1 : 50000; alturas, 1 : 5000.

lavas ó escorias. No conozco todo el espesor de esta formación; pero en la meseta del S. de Molina pasa de 70 metros.

No hablaré de las facies locales de las rocas y de ciertas capas subordinadas para atenerme á los caracteres más generales del terreno. Los cortes (figs. 37 y 38) representan la sucesión de las formaciones infraliásicas y sus relaciones con el Trias en Molina de Aragón. Se ve que descansan lo mismo sobre la Arenisca abigarrada que sobre el Muschelkalk ó sobre el Keuper. Se ocultan bajo el Lías medio en la planicie de Maranchón y bajo el Cretáceo inferior al SO. de Sigüenza. Generalmente el Infralías, el Trias y el Jurásico se presentan poco trastornados en la cordillera Ibérica, siendo en apariencia concordante, como ya lo hizo notar M. de Verneuil; sin embargo, he podido apreciar en la meseta del S. de esta ciudad que el Infralías es á veces marcadamente discordante con las calizas del Muschelkalk con *Chondrites*, sobre el cual descansa.

No he podido encontrar en el Infralías fósiles determinables: solamente al S. de Molina he hallado una capa de caliza basta interestratificada en la caliza silícea con moldes de un pequeño gasterópodo (sin duda un *Cerithium*) y de *Cypris*, y una impresión de un gran *Planorbis?* y muchas otras parecidas á una gran especie de *Vivipara*. Impresiones semejantes existen en las brechas de la base del terreno.

Este carácter de agua dulce ó salobre del Infralías ibérico, confirmada por potentes formaciones de toba, me parece notable, sobre

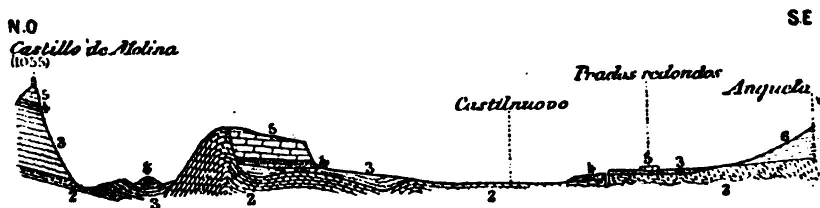


Fig. 38.—Corte por el castillo de Molina y Anquela: escala de longitudes, 1 : 50000; alturas, 1 : 10000.

1, arenisca roja; 2, Muschelkalk; 3, Keuper; 4, caliza dolomítica y brechas (Infralías); 5, caliza silícea (Infralías); 6, calizas (Lías medio).

todo por el contraste que presenta con los terrenos próximos: el Muschelkalk, evidentemente marino, y el Lías, cuya fauna es muy rica en braquiópodos y otras formas de mar profundo.

La existencia del Infralías, aunque nueva en España, no lo es para la Península. Sabemos por M. Choffat que al N. del Tajo, en Portugal, hacia la parte superior del macizo triásico, las areniscas aparecen más finas y alternan con capas de margas y calizas dolomíticas, conteniendo una fauna de carácter más bien liásico que triásico, y vegetales que, según Heer, corresponden al Infralías. La facies de esta formación parece, sin embargo, diferente de la de las formaciones españolas que yo refiero al mismo terreno, en todas partes excesivamente polimorfo.

S. Calderón.

Octubre de 1898.

XX

SOBRE LOS TERRENOS PALEOZÓICOS

DE LOS ALREDEDORES DE BARCELONA, Y COMPARACIÓN CON LOS DE LA MONTAGNE NOIRE (LANGUEDOC)

Situación de los terrenos paleozóicos.

Los terrenos paleozóicos forman á lo largo de la costa de Cataluña una faja orientada N. 60º E. que se extiende aproximadamente desde el Cabo Bagur á la desembocadura del Llobregat. En su parte meridional esta faja desaparece á partir de Castelldefels, al S. del Llobregat, bajo los terrenos secundarios y terciarios. Ocurre lo mismo hacia el O. Hacia el E. el macizo paleozóico está bordeado por el mar; pero algunos retazos de sedimentos triásicos y miocenos manifiestan que al principio de la época secundaria y al fin de la terciaria fué invadida esta región por el mar. En la parte axial de la banda paleozóica se ha producido un hundimiento ó plegamiento sinclinal, anterior al Terciario superior, por consecuencia del cual el mar ha ocupado una depresión donde afloran actualmente sedimentos terciarios neógenos.

Además, el læss forma un manto, á veces muy espeso, que cubre indistintamente todas las hiladas primarias, lo mismo que las secundarias y terciarias.

De esta faja paleozóica sólo hemos reconocido la parte comprendida de O. á E. entre los depósitos neógenos de la parte media y el mar, y de N. á S. entre el río Besós y Castelldefels. Aunque nuestras excursiones han sido muy rápidas, nos ha sido posible, sin embargo, reconocer gran número de niveles paleozóicos: en primer lugar, porque el Sr. Almera ha recogido fósiles en muchos de ellos, y después, desde el punto de vista litológico, porque otros son idénticos á los de la misma edad de la Montagne Noire.

Serie metamórfica que corresponde probablemente al Cambriano y á la base del Ordoviciense.

Los depósitos más antiguos no se manifiestan verdaderamente más que al estado de rocas metamórficas. Según las manchas de las capas, en aquellos parajes en que sólo ofrecen sencillas plegaduras, sin dislocaciones ni inversiones, se pueden reconocer anticlinales cuyos flancos presentan series fosilíferas continuas. Las hiladas más antiguas ocupan naturalmente el eje de estos anticlinales; pero al mismo tiempo son las que presentan indicios de metamorfismo más intenso. El hecho se explica por la aparición de masas graníticas, ó más bien granulíticas, en estos anticlinales, como al O. de Vallcarca y sobre el camino de San Gervasio al Hospicio del Sagrado Corazón. Pero á veces la misma serie, como en Moncada, está bien desarrollada, sin que la roca eruptiva aparezca en la superficie. Sin embargo, según los datos reunidos por el Sr. Almera, las granulitas y granitos afloran no lejos de esta última localidad. La serie metamórfica de las cercanías de Barcelona no procede, pues, de un fenómeno de metamorfismo general, sino que resulta de acciones de contacto.

Los términos de esta serie no ofrecen nada de particular desde el punto de vista petrográfico. Los tipos más frecuentes son los mismos que he reconocido en el Mediodía de Francia, y que, por lo demás, se encuentran igualmente doquiera que el metamorfismo se ha manifestado.

En el eje del anticlinal de Vallcarca afloran calizas que atraviesan filones de granulita. A veces hay como una mezcla de la roca eruptiva, que debe ser el agente esencial del metamorfismo, con la caliza. En este caso, en las lajas de caliza se reconocen fibras de anfibol en formación. Los elementos de la granulita están muy alterados: la mica negra, muy rica en inclusiones, está transformada en parte en clorita; las láminas de feldespato contienen mucha damourita.

En cuanto á las calizas, presentan indicios de metamorfismo muy intenso: pertenecen al tipo de las calizas con minerales, en las que estos últimos forman delgados lechos de color verde más ó menos subido. Estos lechos tienen unas veces abundantes cristales de piroxena, y otras de anfibol en abundancia con epidota y zoisita. La calcita es muy abundante, y forma en medio de esos silicatos láminas irregulares.

Las pizarras ofrecen todos los tipos de metamorfismo, desde el Knotenschiefer hasta las pizarras feldespáticas con granates. Entre las más frecuentes he reconocido el tipo de las pizarras micáceas de Saint-Leon, el de las pizarras anfibólicas, y finalmente, las que contienen estaurótida.

La edad de esta serie es difícil de establecer con precisión. En la región de Vallcarca, de San Gervasio y del Tibidabo, ocupa el eje de un anticlinal constituído por hiladas pizarreñas, todas en concordancia de estratificación. En la parte superior de esta serie, el Sr. Almera ha reconocido pizarras con *Orthis Actoniæ*. Todo lo que está situado por debajo de este nivel corresponde, pues, al Ordoviciense inferior, y probablemente al Cambriano. En efecto: si se compara con el macizo antiguo de la Montagne Noire, que es completamente semejante al de la región de Barcelona, no hay caliza por debajo del nivel con *Orthis Actoniæ* más que en el Cambriano inferior. Me inclino, pues, á ver en la caliza con minerales de Vallcarca el equivalente del Georgiano: por consiguiente, las pizarras metamórficas que le son superiores representarían toda la serie pizarreña del Cambriano medio y superior y del Ordoviciense inferior.

No hemos visto aflorar la caliza más que en una sola localidad, al O. de Vallcarca. Pero las pizarras se encuentran todavía muy desarrolladas fuera de este anticlinal de Vallcarca de que acabo de hablar.

Forman una ancha faja en los alrededores de Moncada, donde es imposible tener la menor idea de su edad, porque no están limitadas inferiormente por las calizas georgianas; pero, sin embargo, todavía tienen como límite superior las pizarras fosilíferas del Ordoviciense.

Toda esta serie está atravesada, además, por filones de rocas eruptivas, bien sean ácidas, como los granitos y las granulitas, ó básicas, como las diabasas, los pórfidos y las porfiritas. En fin, las microgranulitas son muy abundantes en ciertos puntos. El estudio de estas rocas, que nos llevaría mucho tiempo, no lo hemos hecho nosotros, sino que se ha encargado de él el Sr. Adán de Yarza, cuyo trabajo aparecerá en las Memorias de la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.

Sin embargo, entre las granulitas que hemos tenido ocasión de reconocer, hay una que ofrece particular interés: asoma en las cercanías de Papiol, en medio de las pizarras paleozóicas; está rodeada por conglomerados aquitanienses, en los que no hemos podido en-

contrar ningún canto de granulita. En todo caso, si existieran algunos fragmentos, deben ser muy raros.

En esta granulita las láminas de feldespato y de cuarzo son aproximadamente de las mismas dimensiones; la mica es escasa y corresponde á la muscovita en fibras muy finas. Por lo demás, ciertos cristales de feldespato contienen en abundancia la damourita. No parece observarse la estructura pegmatoidea.

Estos hechos son insuficientes para deducir alguna conclusión relativa á la edad de esta roca eruptiva, y nos es imposible decir si es terciaria, como se cree generalmente.

Ordoviciense y Gothlandiense.

Los estudios estratigráficos, en lo que concierne á los terrenos paleozóicos, son muy difíciles en los alrededores de Barcelona, á consecuencia de la marcha complicada de sus capas. Excepcionalmente forman serie continua, y además los fósiles son escasos. Gracias á las minuciosas investigaciones del Sr. Almera, se conocen algunos niveles fosilíferos que son otros tantos puntos de referencia para interpretar los cortes geológicos correspondientes.

El nivel más antiguo que ha sido reconocido, según estos fósiles, sería el equivalente del horizonte que M. Brögger designa con el de los *Euloma* y los *Niobe*. Para M. Barrois, que ha determinado los fósiles recogidos por el Sr. Almera, pertenecerían al piso de Tremadoc. Este mismo nivel existe igualmente en la Montagne Noire con numerosos ejemplares del género *Euloma (Euloma Filaçovi)* y del género *Niobe (Niobe Linieresi)*, géneros característicos de este piso. Se encuentran además otras formas, pero ninguna común á la Montagne Noire y á la región de Barcelona; hecho curioso, puesto que todos los otros niveles fosilíferos ofrecen una identidad de fauna casi absoluta. En el Languedoc vienen á continuación areniscas con língulas y *Cruziana*, representadas sin duda en Cataluña por las areniscas llamadas de bilobites y tigillites. Después las pizarras con grandes *Asaphus*, de los que no se han señalado indicios en las cercanías de Barcelona. El horizonte con *Orthis Actoniæ*, así como las hiladas con *Echinosphærites*, se encuentran con la misma facies en las dos regiones. El Sr. Almera nos ha hecho ver en muchas ocasiones este mismo nivel, y verdaderamente es uno de los mejor cono-

cidos. Su fauna es muy abundante, y se ha podido recoger *Orthis calligramma* y *Orthis vespertilio*.

Por encima descansa el Gothlandiense, que está bien definido: le constituyen pizarras con graptolitos, de color negro ó azul obscuro; pero frecuentemente, bajo la acción del aire, el sulfuro de hierro que contienen se oxida, y las pizarras atacadas por el ácido se tornan blancas. Cualquiera que sea su color, estas pizarras se reconocen fácilmente por la abundancia de graptolitos. El Sr. Almera ha recogido muchas especies características, tales como el *Monograptus Priodon* y *M. Rœmeri*. Sus afloramientos son relativamente frecuentes, y acompañan generalmente al nivel de *Orthis Actoniæ*.

Siguen á estas pizarras calizas que en parte corresponden seguramente al Gothlandiense, puesto que contienen *Cardiola interrupta*. Este nivel calizo, que corresponde probablemente á la subdivisión E_2 establecida por Barrande, es muy rico en fósiles en el Languedoc, en donde aparecen muchas especies de Bohemia; pero en los alrededores de Barcelona no parece hasta el presente que así ocurra.

Devoniano.

A continuación de estas calizas gothlandienses, hay otras pizarras, y á veces dolomías idénticas á las que, en el Languedoc, ocupan el lugar del Devoniano inferior. No es posible determinar la línea de demarcación entre el Siluriano superior y el Devoniano; pero en las calizas pizarreñas y dolomíticas el Sr. Almera ha recogido en Amigonet, cerca del Papiol y cerca de Brugués, fósiles del Devoniano inferior, tales como *Harpes venulosus* y *Phacops* sp. Por lo demás, en otros muchos puntos, aparte de los citados, se encuentran las calizas del Devoniano inferior: por ejemplo, en Moncada, Vallcarca, etc.

En concordancia de estratificación sobre esta serie inferior, descansa otra formada de calizas grises, blancas, negras, que recuerdan respectivamente las gibetienses y frasnienses de la Montagne Noire. Pero para muchos de estos horizontes hay aún otros caracteres además del color; algunos de ellos presentan vacuolas, en las cuales se depositan concreciones ferruginosas; ésta es en absoluto la facies de las calizas con *Parodoceras curvispina* de Cabrières, donde en vacuolas semejantes se encuentran, ya concreciones, ya goniati-

tes ferruginosos. Otras, en fin, ofrecen la estructura especial de las calizas amigdaloides: son nodulares, de colores muy diferentes, con frecuencia grises ó rojas. En estas calizas abundan en el Languedoc las Climenias asociadas á grandes Orthoceras, formando el *Clymenien-kalk* típico. Estoy persuadido de que también ocurre así en Cataluña, donde habrán de encontrarse las mismas faunas que en el Languedoc. En apoyo de esta opinión, observaré que cerca de Vallcarca, en las calizas nodulosas, hemos recogido restos de grandes Orthoceras, desgraciadamente indeterminables, pero comparables á los de las calizas con Climenias. Los fósiles solamente pueden establecer con certeza el paralelismo que admito; pero la identidad casi completa entre las faunas y la facies de la Montagne Noire y de las cercanías de Barcelona, lo hacen muy probable.

Es igualmente probable que existe en Cataluña, como en el Languedoc, una serie de términos devonianos entre las calizas con Climenias y las liditas de la base del Carbonífero: éste es el equivalente de las capas con Cipridinas del Hartz; pero nosotros no hemos encontrado ningún fósil.

Carbonífero.

El Carbonífero comienza con liditas negras: en el Hartz, como en el Languedoc, en Corbières y en los Pirineos, ocupan la misma situación [1]. Este es, ciertamente, un nivel de los más importantes de la serie primaria, á causa de la constancia de sus caracteres y de su gran extensión.

En los alrededores de Barcelona, en todos los puntos en que las capas ofrecen una superposición normal, las liditas negras se encuentran bajo las pizarras, en las cuales el Sr. Almera ha comprobado la presencia de la flora del Carbonífero inferior. Hasta estos últimos tiempos ninguna forma marina había sido hallada en estas pizarras, mientras que en la Montagne Noire los *Productus*, los *Spirifer* y los políperos son numerosos. Según una carta con fecha 17 de Febrero que me ha escrito el Sr. Almera, había encontrado en Vallcarca un *Phillipsia* y restos de crinoides. Hay, pues, una nueva semejanza entre el Languedoc y Cataluña. Pero esta semejanza se

(1) J. Bergeron, *Note sur la base du Carbonifère dans la Montagne Noire. B. S. G. F.*, 3.ª serie, tomo XXVII, pág. 36: 1899.

acusa hasta en ciertos accidentes litológicos: tales son los bancos de arenisca y de pudinga, cuyos elementos rodados proceden en parte de las liditas negras subyacentes. Estas pudingas, en fajas aisladas en medio de las pizarras anteriormente citadas, son idénticas á las que los geólogos del Hérault designan con el nombre de ***poudingues à dragées***.

En la región de Barcelona no hay otro depósito paleozóico más reciente que estas pizarras del Carbonífero inferior ó Turneciense. Es posible que el Visense se halle depositado sobre el Turneciense y que haya desaparecido por denudación; pero, en realidad, no queda vestigio alguno en los pliegues que han protegido al Carbonífero inferior contra la destrucción de las aguas.

Plegamientos herciníanos.

Numerosos pliegues é inversiones se acusan en las capas de la serie paleozóica, y, en consecuencia, son frecuentes los contactos anormales. Los relieves de la faja primaria son debidos á pliegues yuxtapuestos, cuya marcha es muy variable según los puntos que se consideren. Todos ellos están orientados en los alrededores de Barcelona, en dirección aproximada al N. 60° E., lo mismo que el macizo. No nos ha sido posible, por falta de tiempo y por la incertidumbre acerca de la edad precisa de los diferentes horizontes geológicos, hacer el estudio de la tectónica de la comarca. Expondré, sin embargo, algunos hechos que prueban cuán dislocado ha sido el macizo paleozóico después de la época carbonífera.

Según lo que hemos visto en Moncada, la colina de su nombre está formada por un anticlinal echado sobre un sinclinal. Las pizarras con ***Monograptus*** de la vertiente E. corresponderían al eje del anticlinal echado sobre el sinclinal que forma el Devoniano; pero además habría también inversiones de los diferentes elementos que constituyen estos pliegues: así es que cerca de la cumbre las pizarras con ***Leptæna corrugata*** vienen en contacto de las calizas de ***Parodoceras curvispina*** y las calizas amigdaloides, sobre las cuales están colocadas. En fin, los derrubios han hecho desaparecer los vértices de los pliegues, lo que complica la interpretación de los accidentes. De un modo general, en la colina de Moncada las capas buzan hacia el SE. Al N. de Vallcarca existe un sinclinal que interesa las

series siluriana, devoniana y carbonífera; pero por el lado de Gracia y de Vallcarca las capas buzan hacia el NO. por efecto de una inversión. Siguiendo esta misma dirección, las hiladas se levantan poco á poco; y finalmente, aparece muy bien marcado el anticlinal, en cuyo eje asoma la caliza metamórfica que yo atribuyo al Cambriano inferior, y de la que he hablado anteriormente.

Además, los pliegues, en lugar de quedar rectilíneos, aparecen á veces sinuosos. En algunos sitios están cortados por fallas transversales orientadas en dirección al N. 60° O. Hacia la extremidad meridional de la faja paleozóica, los pliegues, todavía numerosos, cambian de dirección, dominando la de N. 60° O., que es la del valle del Llobregat, aprovechando el río este accidente geológico para determinar su curso.

Entre Puig y Amigonet, un sinclinal, orientado del NO. al SE. y echado sobre su flanco oriental, manifiesta la serie paleozóica completa como la he descrito anteriormente, desde las pizarras con *Euloma Niobe* hasta el Carbonífero inferior inclusive.

En las cercanías de la ermita de Brugués hemos reconocido, sobre el camino que sube de Gavá, numerosas dislocaciones, cuyas direcciones no están bien manifiestas; pero las principales parecen estar orientadas N. 60° O.

Esta misma región de Brugués permite establecer la edad de estos pliegues. Toda la serie paleozóica está plegada y dislocada de tal modo, con tantos contactos anormales debidos á fenómenos mecánicos, que es imposible reconocer si las discordancias que se observan son debidas á movimientos producidos durante la era primaria. Pero, por el contrario, las primeras hiladas del Trías, constituídas por conglomerados, se han depositado indiferentemente sobre el Siluriano, el Devoniano y el Carbonífero. Podemos, pues, deducir que anteriormente al Trías han tenido lugar todas las dislocaciones que han interesado los sedimentos paleozóicos. La cordillera que bordea Cataluña forma parte, pues, de los pliegues hercinianos. Por lo demás, este hecho era probable, dadas las direcciones de los pliegues que corresponden frecuentemente á los movimientos del fin de la era primaria.

Comparación entre los macizos antiguos de Cataluña y los de la Montagne Noire.

La comparación entre la Montagne Noire y la región paleozóica de Barcelona se impone forzosamente: tienen los mismos horizontes fosilíferos, las mismas facies y los mismos caracteres litológicos.

Se ha puesto de manifiesto de una manera evidente en los capítulos que preceden, para que no sea necesario insistir sobre ello.

Pero la semejanza existe todavía en la marcha de las capas: los plegamientos tienen la misma orientación; la parte principal tiene una dirección N. 60° O.; pero en la región meridional la dirección cambia al N. 60° O., y al mismo tiempo los terrenos paleozóicos desaparecen bajo las hiladas más recientes. En los dos macizos el impulso principal que han engendrado los pliegues N. 60° O., venía del SE. de la región ocupada actualmente por el mar, y que parece haber sido siempre una región de hundimiento, según resulta de las quiebras visibles actualmente y de la distribución de los sedimentos que cubren al Paleozóico.

Otro rasgo de semejanza consiste en el hundimiento que se ha producido en el interior de los macizos paleozóicos desde el principio del Terciario en la Montagne Noire (cuencas terciarias de Castres y de Bedarieux), y posteriormente al Oligoceno en la región de Barcelona. En el primer caso, tuvo lugar una formación de sedimentos lagunares ó laguno-lacustres; en el segundo, el mar ha entrado libremente en el interior del macizo paleozóico. Este accidente es el mismo; pero se ha producido en épocas diferentes en las dos regiones, habiendo tenido lugar ese hundimiento primeramente en la región septentrional y después en la meridional.

Otros rasgos de semejanza entre las dos regiones se acusan por el parecido entre los depósitos secundarios y terciarios: no insistiré más, puesto que M. Depéret los pondrá de manifiesto.

En resumen: no hay duda alguna de que la Montagne Noire y la región de Barcelona han tenido una misma historia geológica durante una gran parte de su período de formación.

J. Bergeron.

Noviembre de 1898.

XXI

RELACIÓN ENTRE LA GEOLOGÍA Y LA HIDROGRAFÍA

EN CATALUÑA

Hay una contradicción tan evidente entre el sistema hidrográfico actual de Cataluña y la tectónica geológica de la misma región, que no puedo sustraerme de tratar de este problema, indicando la hipótesis más probable para conciliar hechos, al parecer, tan contradictorios. Observaré, en primer lugar, que por el examen del país durante nuestras excursiones y por el estudio de los mapas y documentos publicados, resulta que el litoral de Cataluña ofrece un macizo montañoso constituído por rocas antiguas dispuestas en forma de cordillera ó loma muy alargada, orientada de NE. á SO., y siguiendo sensiblemente la costa actual. La montaña del Tibidabo, por encima de Barcelona, que alcanza 532 metros de altitud, es una de las cumbres más importantes, y el Montseny (1700 metros), al N., es el que se eleva á mayor altura (fig. 59).

Una gran falla visible en más de 50 quilómetros de longitud, señalada por diversos retazos de terrenos primarios inclinados hacia el mar, muestra que el eje anticlinal de esta cordillera ha sido roto longitudinalmente hacia su zona central, y que la mitad oriental del macizo se ha hundido en el mar.

Creo yo que no puede haber desacuerdo en este punto. Al S. de Barcelona, sobre la orilla derecha del río Llobregat, puede comprobarse la existencia de capas secundarias de un espesor colosal que forman una bóveda que cubre los terrenos cristalinos y primarios y que se hunde hacia el S. Los mismos hechos se observan al N. hacia Gerona [1] (Montjuich de Gerona).

Parece útil, sin embargo, poner en claro algunos puntos referentes á esta cordillera catalana, porque M. de Dereims, en un tra-

[1] L. M. Vidal, *Géologie de Port-Bou a Barcelona:* Toulouse, 1893, pág. 6.

bajo reciente [1] donde ha marcado sobre un mapa las direcciones tectónicas de España, no ha hecho mención de ella, y, por otra parte, se puede confundir este elemento especial con alguna rama pirenáica, con la que no es concordante ni en dirección ni en estructura. Vézian, en 1864, ha creado dos sistemas de montañas para esta cordillera: el sistema de Montseny, orientado N. 54° E, que se habría formado entre el Trías y el Lías, y el sistema de Montserrat, orientado N. 40° O., que apareció entre el Plioceno inferior y el Plioceno superior. Pero estos dos sistemas no están bien manifiestos: los ejes no tienen la rigidez matemática que se les atribuía; el sistema de Montserrat no puede separarse del de Montseny, y la edad es muy diferente de la que le asignó Vézian [2].

La cordillera catalana parece, por lo demás, haber estado sometida á repetidos fenómenos de levantamiento, hundimientos y denudaciones; fenómenos que se han reproducido en el mismo sitio próximamente, en épocas muy diferentes. Los potentes depósitos de pudingas en capas levantadas y las discordancias angulares, son prueba cierta de estos movimientos que pueden apreciarse desde la época primaria. No insistiré sobre la discordancia de las capas silurianas y las pizarras cristalinas ó maclíferas que no he estudiado; pero sí observaré que el Trías comienza por una masa de brechas y pudingas de gruesos elementos que se depositaron en barrancos abiertos en las capas silurianas ó en las devonianas, y con esto tenemos la prueba de que en una extensa superficie debieron desaparecer en gran parte los relieves topográficos anteriores. Las capas triásicas debieron sedimentarse tranquilamente sobre toda la extensión de la comarca, formando una masa de gran espesor, de la que quedan todavía restos importantes.

Al final del período triásico la comarca debió elevarse sobre las aguas, porque el Jurásico marino no se encuentra. No sabemos casi nada acerca de este período continental y de su régimen. Hacia fin del Jurásico, el mar del Cretáceo inferior se extendió y depositó sobre el emplazamiento de la cordillera catalana importantes sedimentos de un millar de metros próximamente [3].

(1) *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon* (Thése pour le doctorat: París, 1898, pág. 6).

(2) *Prodrome de Géologie*, II, págs. 430 y 505.

(3) El Sr. Almera aprecia como sigue el espesor de las capas secundarias alrededor de Begas:

Al fin del Aptiense, un levantamiento general se manifestó en la misma comarca en que se verificaron los levantamientos anteriores, resultando de origen continental los depósitos correspondientes al Cretáceo medio y superior; al fin del período cretáceo, en la época garumnense, el mar se aproximó á la cordillera, y á esta época corresponden nuevas pudingas litorales.

Pero el potente macizo del Cretáceo inferior lentamente levantado ha persistido durante todo el Eoceno, y puede observarse que los derrubios de la cordillera catalana se han vertido en un mar situado al NO. Las pudingas del Montserrat están inclinadas al NO., y alternan en esta dirección con capas marinas fosilíferas en forma de cuña, más potentes en dirección al O. y que contienen sucesivamente las faunas del Eoceno inferior, del Eoceno medio y del Eoceno superior (2).

El sistema hidrográfico de esta época era concordante con la pendiente natural de las capas. Yo compararía la vasta pudinga del Montserrat al delta del Var, á un delta de un río considerable, desembocando desde un valle alpestre inmediatamente en el mar, arrastrando masas de cantos enormes, alternando en los hondos con arenas ó margas marinas; le compararía á la pudinga del Righi que forma hoy día una montaña casi aislada delante de la cordillera alpestre, formada por pudingas y capas variadas de molasa miocena.

Aptiense	Pelágico	40 metros.
	Litoral	500 —
Barremiense		40 —
Hauteriviense		200 —
Vealdense		30 —
Dolomía?		120 —
Total		930 metros.

(2) Los pisos que Vézian estableció en 1854 (*B. S. G. F.*) para el Numulítico de la provincia de Barcelona, presentan con la cuenca de Paris los equivalentes probables siguientes:

Rubiense	Sanoisiense	Margas con yeso y *Fucoides*.
Manresano	Bartoniense	Capas con *Eupatagus ornatus*.
Igualadense	Luteciense superior.	Margas azules con operculinas.
Castellense	Luteciense inferior.	Arenisca con *Cerithium giganteum* y *Orbitolites complanata*.
	Ipresiense	Capas con *Velates Schmideli*.
Montserratense	Garumnense? / Tanetense?	Capas rojas con *Bulimus gerundensis*.

Esta pudinga es análoga á la llamada de Palasson, en los Pirineos, y presenta á veces bloques enormes de 10 metros y aún más de lado, apenas desgastados; otros lechos están llenos de cantos rodados; la mayor parte de estos restos está formada por la caliza urgo-aptiense bien caracterizada; se encuentran también, sobre todo hacia la base, areniscas y calizas del Trías, cantos de cuarzo primario, restos de rocas cristalinas; por último, es importante observar que la pudinga de Montserrat no es de formación puramente local, y que estas pudingas continúan en una ancha faja al NE. por San Llorens, al SO. hacia Igualada, formando montañas que, menos elevadas que el Montserrat, no son menos importantes. Cuando nos alejamos hacia el NO. los bancos de pudinga disminuyen, mientras que los lechos numulíticos marinos adquieren más potencia; en Manresa constituyen casi toda la masa, y á medida que se sube hacia la llanura continental, al O., se hallan sedimentos más finos, margosos; capas más recientes también, pertenecientes al Oligoceno, depósitos yesosos, otros salíferos (Cardona), depósitos marinos; después depósitos lacustres que forman parte de la cuenca del Ebro, cuyo estudio de conjunto está por hacer; depósitos que han sido plegados por alguna contracción general posterior y cuya orientación es casi paralela á la cordillera catalana.

En este gran sinclinal oligoceno, orientado de Lérida á Olot, situado al O., vertían normalmente las aguas de la cordillera catalana durante el Eoceno y el Oligoceno. Ahora bien: el sistema hidrográfico actual está todo él en contrapendiente del buzamiento de las capas en dirección al E.

¿Cómo explicar una transformación semejante?

Un mapa esquemático, sobre el cual hemos indicado la hidrografía actual y la disposición geológica por zonas de terrenos, desde el eje cristalino que bordea el mar hasta la llanura continental oligocena, pondrá en evidencia esta situación contradictoria. Un corte algo teórico, transversal, desde el mar á la llanura continental, mostrará sucesivamente al E. los restos primarios de la región central antigua, la depresión subsiguiente ó valle interno, las montañas de la segunda zona y el buzamiento al O. de las capas (1). Este corte ha

(1) Los Sres. Maureta y Thós y Codina han insistido acerca de estas zonas naturales en su *Descripción geológica de la provincia de Barcelona*, página 69: Madrid, 1881.

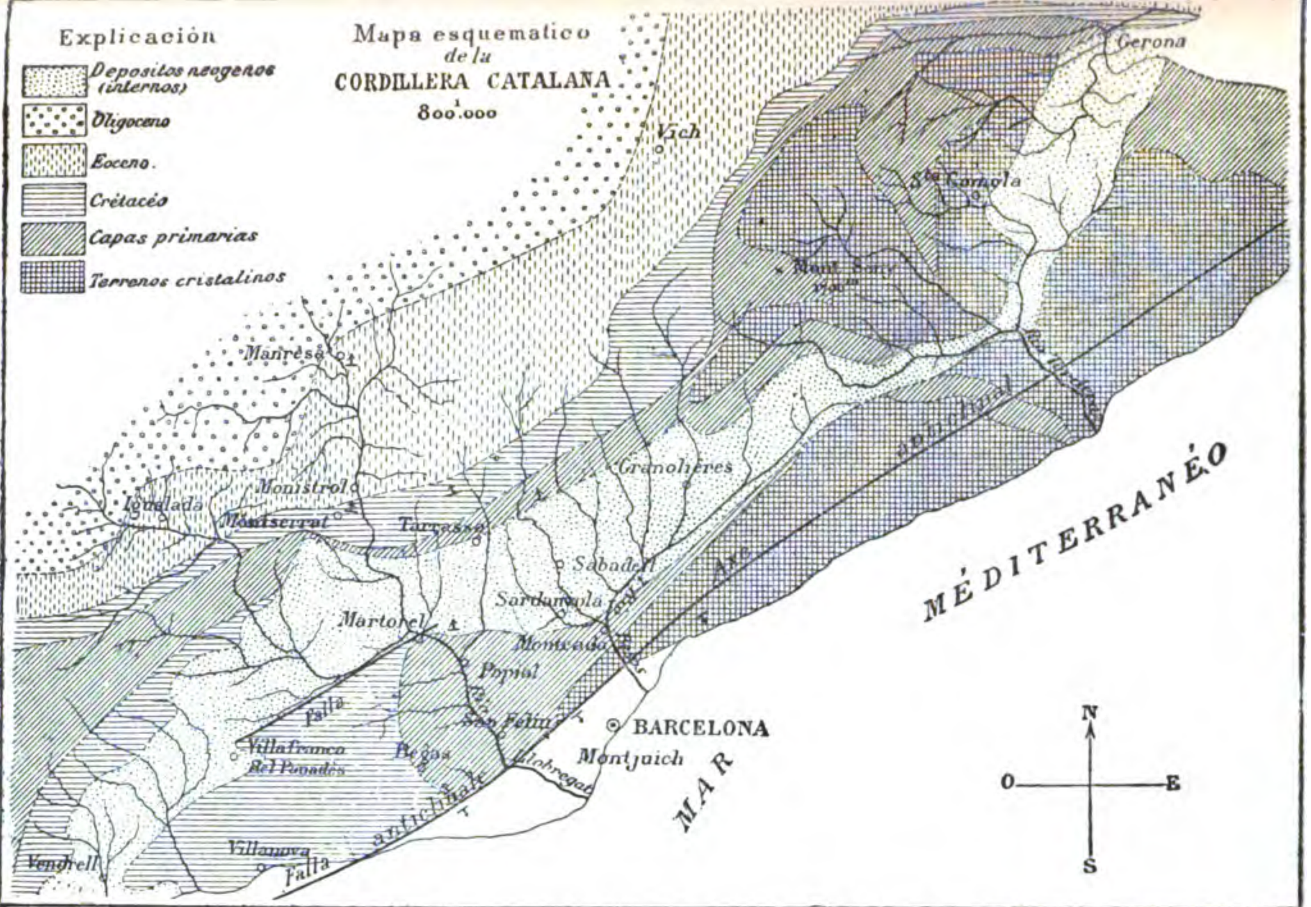


Fig. 39.—Mapa esquemático de la cadena catalana.

sido hecho añadiendo uno á continuación de otro una serie de croquis que hemos dibujado en el terreno. Hemos procurado restablecer con puntos la disposición de la cordillera central que suministró por el derrubio de sus materiales los elementos para la formación de las pudingas de Montserrat, alta cordillera necesariamente situada sobre el emplazamiento mismo de la parte baja que designamos con el nombre de valle interno, y cuya desaparición atribuímos, como se verá después, á un vasto hundimiento longitudinal; hipótesis sólo compatible con el cambio hidrográfico que hemos indicado.

D. Jaime Almera piensa acertadamente que el macizo continental catalán en la época numulítica se extendía al E. hasta las islas Baleares, donde se encuentra también el Numulítico marino (1).

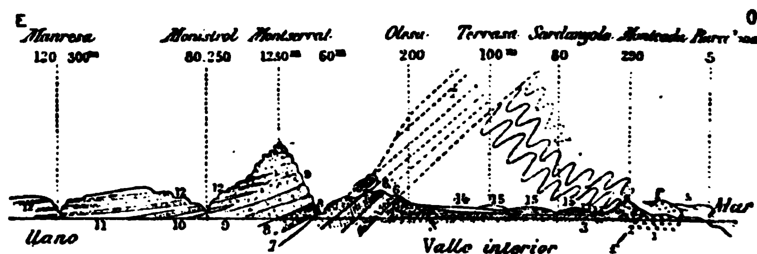


Fig. 40.—Corte de Manresa á Barcelona: escala de longitudes, 1 : 500000; alturas, 1 : 25000.

1, granito y rocas cristalinas; 2, pizarras maclíferas; 3, Siluriano; 4, Devoniano; 5, Carbonífero; 6, Trías; 7, Cretáceo (no aflora); 8, Garumnense; 9, pudingas de Montserrat; 10, intercalaciones marinas (Eoceno medio); 11, intercalaciones marinas (Eoceno superior); 12, Oligoceno inferior (?); 13, Mioceno; 14, Plioceno; 15, Pleistoceno.

Actualmente, en Cataluña, las corrientes de agua tienen su origen en las colinas oligocenas de la llanura continental inferior; franquean en contrapendiente, casi paralelas, las zonas concéntricas del Numulítico, del Cretáceo, del Trías; después afluyen á una especie de valle ó depresión interna paralela á la costa, por la que sigue en corto trecho y donde se reúne. En fin, franquean el eje costero primario por tres hoces, que dan paso al río Tordera por el N. y al Besós y Llobregat por el S.

(1) *De Montjuich al Papiol al través de las épocas geológicas:* Barcelona, 1880, pág. 32.

El régimen antiguo es, pues, absolutamente distinto del actual. ¿Cuándo y cómo se ha instalado el régimen actual? Según parece, es posible responder en parte á estas cuestiones.

El régimen se ha modificado después del Aquitaniense, porque los depósitos del Oligoceno superior continental situados sobre el Cretáceo entre Gélida y San Sadurní (Suberats), son anteriores á las grandes fallas como estando afectadas por ellos; sabemos, por otra parte, que el cambio ya se había efectuado en la época burdigaliense, puesto que el mar en que se sedimentó la molasa con *Pecten præscabriusculus* se precipitó en las regiones hundidas, ocupando la depresión de Villafranca del Panadés y otras varias; ahora bien: como los pisos Aquitaniense y Burdigaliense se suceden inmediatamente en el tiempo, se puede deducir que los grandes accidentes que rompieron la cordillera catalana tuvieron lugar hacia el límite del Oligoceno y del Mioceno. Podemos así comprender que coincidieran los momentos del cambio de dirección de las aguas con el del hundimiento del terreno, y explicarnos así cómo ha podido efectuarse la inversión en el nuevo régimen hidrográfico.

Al principio del Burdigaliense se abrieron desembocaduras de los tres ríos de la cordillera; podemos ahora preguntarnos si estas desembocaduras se formaron por fractura ó por denudación retrógrada por los torrentes que descendían directamente al mar. Cualquiera que sea la solución que se acepte, las aguas marinas se introdujeron á favor de un ligero hundimiento, como en los fiords, por las desembocaduras así formadas, y han depositado sedimentos variados, fosilíferos, en el valle interno. La historia de este valle interno sería larga de desarrollar, y no entraremos en pormenores respecto de este punto. Hacia Gerona es ancho, y los depósitos de cantos rodados y de limos atestiguan la intensidad de los fenómenos que le han dado origen. El Mapa geológico de España, en un 400000, señala equivocadamente una manchita granítica entre el río de Gerona y la cuenca del Tordera; en este punto se encuentra el suelo cubierto de limos, el aguazal de Sils, altas terrazas, aluviones muy diversos que todavía existen hacia Ostalrich, y con el tiempo será posible marcar divisiones á semejanza de las establecidas en los alrededores de Barcelona. La llanura montuosa entre Tarrasa y Olesa está cubierta de limos y de gravas de diversas edades que los afortunados trabajos de los Sres. Almera y Bofill han permitido distribuir entre el Mioceno, el Plioceno y el Pleistoceno.

Pudiera ser que en su origen, antes de la apertura de las hoces que atraviesan el macizo primario, las corrientes de agua del valle interno no tuvieran más que dos salidas: una al N. por Gerona, otra al S. hacia Vendrell. Un examen ulterior de los cantos de estos ríos y de su origen posible, nos ilustrará sobre estos detalles y sobre el régimen completo fluvial mioceno y plioceno. Conviene observar que el hundimiento de la región oriental del macizo catalán y el de la zona periférica del valle interno, no han sido los últimos movimientos del terreno en Cataluña, pues ha habido otros más recientes que, sin embargo, no parece haber influído marcadamente en la hidrografía general. En Barcelona mismo, en Montjuich, el Mioceno, Helvético y Tortoniense, se ha levantado hasta 180 metros de altitud, y buza hacia el O. en oposición con la dirección del mar, hacia el eje primario y falla de Vallcarca, que ha favorecido la conservación de diversos retazos de terrenos primarios dislocados: Siluriano, Devoniano, Carbonífero.

Esto nos hace creer que la falla anticlinal se ha abierto en diferentes épocas y que volvió á abrirse después del Tortoniense, al mismo tiempo que por un levantamiento general se depositaron los sedimentos del Mioceno superior continental y del Pontiense-mesinense, coincidiendo con un periodo de retirada general del mar en la mayor parte de Europa. Esta nueva fractura que debe existir entre Montjuich y el mar, ha sido seguida de un nuevo descenso del suelo, que comenzó con el principio del Plesanciense, y el mar plioceno tomó de nuevo posesión de las partes bajas del Mioceno, cuyas capas están en discordancia muy marcada.

De estos detalles podemos deducir que no fué una falla ó fractura única la que determinó la destrucción de la cordillera catalana, sino que este resultado fué debido á una serie de fallas casi paralelas al eje y á otras fallas concéntricas que determinaron otra serie de hundimientos internos, y que, en fin, la denudación fué de una intensidad considerable, ejerciéndose al principio del E. al O. y después en sentido inverso, arrastrando las ruinas que todavía quedaban en pie, de las denudaciones anteriores.

Pocos ejemplos tan claros pueden citarse, á mi juicio, de un sistema hidrográfico que, en un mismo paraje, ha tenido dos direcciones opuestas, y en épocas tan bien determinadas.

G. F. Dollfus.

XXII

EXCURSIONES DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA

DESDE BARCELONA Á CAMARASA

El 11 de Octubre salimos, en el tren de las diez de la mañana, para Tárraga, con los Sres. Almera, Stuart-Menteath y Bofill.

No nos ocuparemos de la sección comprendida entre Barcelona y Manresa, visitada ya en excursiones anteriores, y comenzaremos nuestra reseña á partir de Manresa.

Las margas numulíticas, desarrolladas en las cercanías de esta ciudad, terminan pronto, y maciños y margas rojizas, mezclados con conglomerados, se suceden en bancos casi horizontales, con un ligero buzamiento hacia el NO.

Atravesamos ya esta potente serie de S. á N. en nuestra excursión á Cardona, y ahora la recorremos de E. á O. La débil resistencia que presentan las margas á la denudación, da origen á la destrucción de los gruesos bancos de maciños y conglomerados, resultando con esto flancos de las laderas cubiertos por enormes cantos, entre los cuales, y aun sobre ellos, se han atrevido á construir algunas fincas.

Siempre subiendo, pasamos por Rajadell; después por Segues, donde ya algunas venillas de yeso se destacan en blanco sobre el fondo rojo de las margas: estas vetas pueden ser los indicios del yacimiento de yeso que aflora no lejos, al N., entre Calaf y Pinos, bajo la formación de los lignitos de Calaf.

Aparecen algunos bancos calizos; las margas toman tonos blancos y azulados y un aspecto moteado especial de las formaciones lacustres. Llegamos á Calaf, centro de formación de carbón terciario bastante importante. Estas margas, calizas y lignitos constituyen el yacimiento con *Melania albigensis*, que dió á conocer por primera vez M. Carez en sus *Etudes des terrains cretacées et tertiaires du Nord de l'Espagne*. En él se encuentran pequeñas *Melanias*, *Planorbis* y *Chara*, y aquí es donde yo he encontrado los maxilares deformados

de un anoplotherido que M. P. Gervais determina con duda como *Xiphodon*; pero que recientemente M. Depéret, después de una hábil preparación, ha reconocido pertenecer al género *Diplobune*, lo que concuerda con el *Ancodus* que el mismo señor había determinado anteriormente, para colocar todas estas hiladas en el Oligoceno inferior.

Más de 500 metros de espesor nos separan de las margas numulíticas. Las hiladas presentan notable regularidad; los bancos calizos de 10 á 20 centímetros de espesor, que son buenos materiales de construcción, forman potentes hiladas alternando con margas, y la serie continúa en orden ascendente hasta San Guim, punto culminante de la vía (736^{m}'4) donde dejamos la cuenca hidrográfica del Llobregat y comienza la del Segre.

Llegamos á Tárraga á las tres, y después fuimos á Camarasa atravesando el llano de Urgel, donde las margas y molasas del Mioceno lacustre del Ebro han sucedido á las calizas y margas del Oligoceno.

Alrededores de Camarasa.

El 12 de Octubre hicimos la ascensión al monte San Jordi, que se levanta al NE. del pueblo. Camarasa está edificada sobre una pequeña colina de la orilla izquierda del Segre. La formación oligocena reaparece aquí en bancos inclinados, pero bajo forma de pudingas poligénicas, donde abunda la caliza con *Alveolinas* del Numulítico inferior. Sobre estos bancos levantados se apoyan margas rojas y bancos de yeso, y conservan su fuerte pendiente á medida que se desarrollan al S. Descansan al N., en discordancia, sobre otros bancos levantados y fuertemente plegados que forman la escarpa del lado del río y pertenecen al Eoceno: consisten en calizas amarillas con *Miliolites*, en las que se ha encontrado *Alveolina elongata*. Saliendo de Camarasa se observa una falla que pone al descubierto los yesos triásicos. Estos yesos, de aspecto moteado, son muy frecuentes en los asomos de ofita de los Pirineos. Pero esta roca, que ya tendremos ocasión de ver en otros puntos de este valle, no se presenta aquí.

A medida que se asciende, se van cortando las capas que se indican en el corte siguiente:

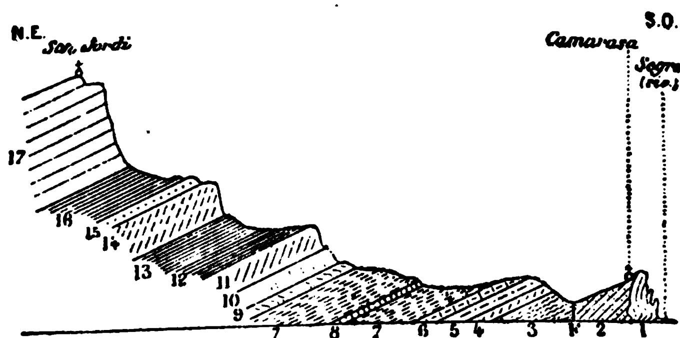


Fig. 41.—Corte de la montaña de San Jordi: longitud, 3 quilómetros; alturas libres.

NUMULÍTICO.—1. Caliza con Miliolites, *Alveolina elongata.*

OLIGOCENO.—2. Pudingas, maciños y yesos alternando con margas.

MUSCHELKALK.—3. Yeso abigarrado.

4. Calizas compactas y hojosas en concordancia con los yesos, y con buzamiento de 40° al N. 30° E.

5. Las calizas precedentes pasan á ser negruzcas y alternan con lechos delgados de yeso negro; se observa en una misma hilada su transformación en yeso.

6. La parte superior de este conjunto yesoso calizo es de caliza muy hojosa: la superficie de las lajas calizas se cubre de nudos que no son más que pequeñas bivalvas mal conservadas, semejantes á la *Miophoria;* se distinguen también algunos gasterópodos y fucoides.

KEUPER.—7. Una potente serie de yeso blanco en bancos, que no tiene menos de 200 metros de espesor, cubre las hiladas anteriores y buza en la base del monte San Jordi bajo las hiladas que después atravesaremos.

8. Banco de carñiola entre los yesos.

LÍAS MEDIO.—9. Una hilada brechiforme dolomítica, que se apoya sobre el yeso, abre la serie caliza y margosa que, como lo veremos pronto, presenta en su mitad superior las especies del Lías. Esta hilada inferior, con la *10*, no son fosilíferas; pero yo las considero como pertenecientes al Lías medio, no teniendo ningún motivo para atribuirlas al Lías inferior, formación de la que yo no conozco representante en esta parte de los Pirineos.

10. Un banco muy grueso de caliza litográfica se destaca en forma de cornisa sobre el flanco de la montaña y pasa insensiblemente á la hilada superior.

11. Caliza con *Pecten priscus, Terebratula punctata, T. subpunctata, T. Jauberti* y *Belemnites.*

12. Margas muy fosilíferas: *Ammonites communis, Spiriferina rostrata,*

Spiriferina oxyptera, *Pecten priscus*, *Modiola* sp., *Rhynchonella Lycetti*, *Terebratula punctata* y *T. Jauberti*.

LÍAS SUPERIOR.—13. Margas muy fosilíferas, que no se distinguen mineralógicamente de las margas *12*; pero la fauna es característica del Lías superior. Contienen un banco lleno de *Ostrea Beaumonti* (1), *Rhynchonella cynocephala*, escasos Ammonites; pero se encuentran *A. opalinus* y *A. Aalensis*.

14. Un grueso banco de dolomías grises cubre estas margas, formando un saliente que se sigue con facilidad, gracias á su color obscuro, á lo largo de los relieves que rodean el valle de Camarasa.

La asimilación de estas dolomías al Lías ha sido ya discutida con motivo de encontrarse también en la provincia de Barcelona, en las costas de Garraf, habiéndose confirmado la determinación que yo había hecho en mis trabajos anteriores, fundándome en la constancia con que estas dolomías acompañan al Lías, lo mismo en el caso de que el Cretáceo inferior descanse directamente sobre ellas, como cuando el Cretáceo superior cubra al Lías.

El caso actual es un ejemplo de esta última superposición; más adelante veremos en el Montsech el otro caso, en que el Cretáceo inferior cubre directamente al Lías.

CRETÁCEO SUPERIOR: *Santoniense.*—15. Un banco de arenisca ferruginosa con gruesos Radiolites de láminas onduladas, nos demuestra que la serie jurásica ha terminado y que entramos en el Cretáceo. Este banco representa, á mi juicio, la base del Santoniense.

16. Margas con *Rhynchonella difformis*, *R. Lamarckiana*, *Sphærulites Toucasi*, *Trochus* sp. y Políperos.

Estas margas forman el horizonte, tan constante en Cataluña, del Senonense inferior, y los encontraremos otra vez en el Montsech mucho más abundantes en especies.

Campaniense.—17. Una potente hilada caliza de 150 metros próximamente de espesor descansa sobre las margas santonienses y ocupa las alturas que dominan las dos vertientes del valle de Camarasa. Se la ve extenderse, no solamente del otro lado del Segre por las crestas de la sierra de Montroig, que forma con el monte San Jordi la garganta en que el Noguera Pallaresa se junta al Segre, sino también por las ásperas escarpas que dominan al Noguera Pallaresa en la Rentisclera de la Massana (2). Los fósiles, que en San Jordi, al parecer, no se encuentran, abundan, por el contrario, en la Rentisclera, donde hay un banco de *Hippurites Archiaci*. En la sierra de Montroig se encuentra en este nivel un banco que contiene grandes Rhynchonellas, semejantes á la *R. globata*, Arnaud., pero mucho mayores.

(1) Esta especie y algunas otras, que eran para mí de difícil determinación, han sido estudiadas por nuestro sabio compañero M. Douvillé.

(2) Por error debido á la proximidad de los términos de los pueblos *Alós* y *La Massana*, se le había llamado hasta aquí *Rentisclera de Alós*.

El corte que acabamos de estudiar es muy interesante. Nos muestra la discordancia del Numulítico con los conglomerados oligocenos y la falla que pone estos terrenos terciarios en contacto con el Trías; este terreno, constituído por sus dos términos superiores (la Arenisca abigarrada no existe en esta región central de la provincia de Lérida), sirve de apoyo al Jurásico, representado por el Lías medio y superior; la dolomía, discutida como cretácea ó jurásica, manifiesta su edad jurásica por su constancia en acompañar á los sedimentos de esta época; y en fin, la superposición de las hiladas santonienses á las dolomías por ausencia de los depósitos del Cretáceo inferior, indica un movimiento del suelo de que no se puede dar cuenta más que añadiendo aquí algunas noticias sobre las relaciones estratigráficas en las otras regiones de la provincia de Lérida; en efecto: en San Jordi el Cretáceo inferior falta; el superior descansa sobre el Lías.

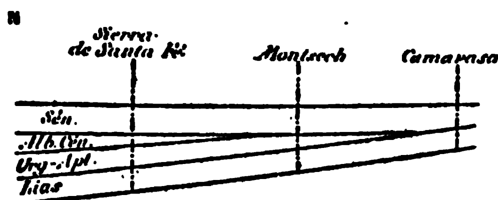


Fig. 42.—Esquema de la sucesión de terrenos cretáceos en el centro de la provincia de Lérida.

Si marchamos 20 quilómetros al N., veremos en Montsech el Urgo-aptiense descansar sobre el Lías; el Albiense y el Cenomanense faltan, y el Coniacense se apoya sobre el Urgo-aptiense.

Por último, en la sierra de Santa Fe, 25 quilómetros más al N. de Montsech, bajo el Coniacense se encuentra el Cenomanense, el Albiense y el Urgo-aptiense. El esquema siguiente dará una idea de la disposición relativa de los pisos en estas tres localidades, y se explica por un movimiento de báscula de N. á S., que fué ascendente durante las edades urgo-aptiense, cenomanense y albiense, y descendente durante la coniacense, santoniense y campaniense. Cuando volvimos á Camarasa, visitamos por la tarde los asomos ofíticos del O. del valle; pero primeramente hemos querido examinar del otro lado del Segre el notable pliegue vertical que presentan las capas eocenas. Este pliegue se encuentra al pie de la ladera de San Salva-

dor, que forma una montaña cónica aislada que se levanta delante de Camarasa, en medio del valle. Estas capas, muy trastornadas y verticales, recuerdan sólo en un pequeño trecho los estratos cretáceos de las elevadas cumbres que la rodean; casi todas las hiladas de San Salvador son eocenas, formación de la que no queda ningún retazo sobre las crestas de las montañas próximas: constituye, pues, un isleo desprendido, caído y aprisionado en el centro del valle; y así tenemos en las capas eocenas un pliegue vertical, cuyo flanco N. ha formado la montaña de San Salvador, y el flanco S. (ladera de Camarasa) ha sido cortado y atravesado por el Segre. En el centro del pliegue, la caliza eocena presenta, á consecuencia del frotamiento de las capas, estrías finas horizontales y apretadas que surcan su superficie normalmente al eje del pliegue.

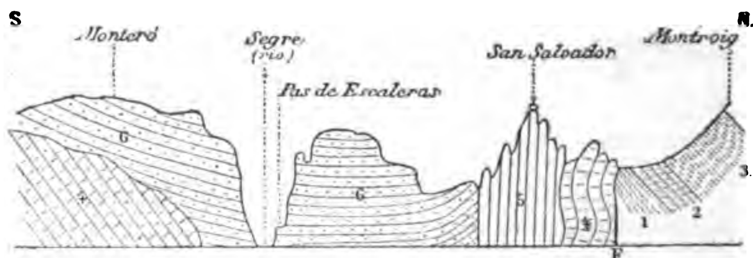


Fig. 43.—Corte del monte San Salvador: longitud, 3 quilómetros; alturas libres.

TRÍAS.—1. Yesos moteados.
2. Calizas del Muschelkalk.
3. Yesos del Keuper.
CRETÁCEO.—4. Calizas del Campaniense.
TERCIARIO.—5. Caliza con Miliolites y caliza arcillosa sin fósiles del Eoceno: pliegue vertical.
6. Pudingas oligocenas.

La época de este movimiento es evidentemente el fin del período eoceno; los depósitos tumultuosos del Oligoceno inferior se sedimentaron sobre las calizas desplazadas; pero el sinclinal que la figura 43 acusa en las pudingas oligocenas, demuestra que más tarde se produjo un nuevo hundimiento que las volvió á levantar al mismo tiempo que á las calizas eocenas subyacentes.

Continuamos nuestro camino hacia el Barranch d' Ulls de Llorens, barranco transversal que desciende de la montaña de Montroig, de-

jaudo á la izquierda el monte San Salvador. Lo subimos desde su confluencia con el Segre, y su corte se representa en la figura adjunta (fig. 44).

El interés de este corte, que comienza en una mancha eocena enclavada entre el Muschelkalk y el Keuper, se aumenta por la presencia de un asomo de ofita, en donde abunda el mineral azul celeste, llamado por Lasaulx *aerinita*, y cuyo yacimiento era un secreto cuidadosamente guardado por los comerciantes de minerales de los Pirineos, hasta que en 1882 le descubrí y publiqué [1].

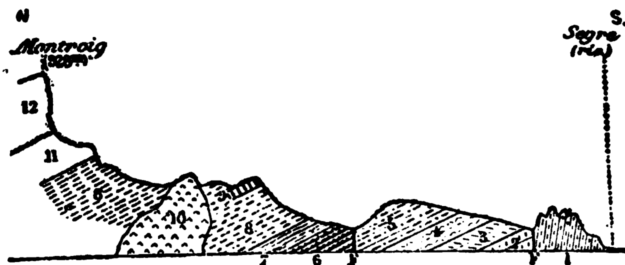


Fig. 44.—Corte del barranco Ulls de Llorens: longitud, 3 quilómetros; alturas libres.

MUSCHELKALK.—1. Caliza en lechos delgados cuya superficie está llena de fucoides y diversos moluscos: *Chemnitzia*, *Myophoria*, *Natica gregarea* y *Crinoides*. Corresponde al Muschelkalk bien caracterizado y al punto más fosilífero de la provincia de Lérida.

Una falla pone este isleo triásico en contacto con otro eoceno que no es más que la prolongación al S. de las capas de Camarasa y del monte San Salvador. Este isleo eoceno se compone en orden ascendente de los bancos que siguen:

NUMULÍTICO.—2. Caliza blanquecina arcillosa: *Alveolina elongata*.

3. Caliza margosa con *Natica*, *Terebellum* y *Alveolina*.

4. Caliza blanca y rojiza: *Eupatagus* y *Pecten*.

5. Caliza nankin con Miliolites *Alveolina elongata;* este banco corresponde al que se explota al pie de la ladera de Camarasa. Una falla pone el Numulítico en contacto con el Trías superior que sigue ahora.

KEUPER.—6. Yeso moteado: constante en los afloramientos ofíticos.

7. Yeso blanco y margas yesosas.

8. Yeso rojizo al principio, después blanco, en potentes bancos que se

(1) *Yacimiento de la «aerinita.»* (BOLETÍN de la Com. del Mapa geol. de España: Madrid, 1882.)

extienden por el flanco meridional de la sierra de Montroig, conteniendo una pequeña hilada de caliza.
9. Hilada caliza intercalada entre yesos.
10. Ofita. Esta roca está atravesada en todos sentidos por venas y pequeños filones de *aerinita* y de *feldespato*.
11. Lías medio y superior de la sierra de Montroig.
12. Cretáceo superior.

DE CAMARASA Á VILANOVA DE MEYA

1.º—De Camarasa á Alós (12 quilómetros).

El 13, á las ocho de la mañana, salimos en caballerías para ir, por Alós de Balaguer, pueblo situado en la orilla del Segre, á Vilanova de Meya, al pie de la vertiente meridional del Montsech.

Marchamos primeramente sobre los yesos triásicos del pie de la montaña de San Jordi, á la que daremos la vuelta, dejándola siempre á la izquierda, para descender al Segre por Collada Carbonera. A nuestra derecha se desarrollan las pudingas, margas y yesos oligocenos, muy levantados en las proximidades de los yesos (60°). A las nueve llegamos á Collada Carbonera, que es un collado situado en las margas triásicas, que continuarán durante toda la bajada hasta el río: descansan sobre calizas litográficas, cuyos bancos se levantan fuertemente por el lado del E.

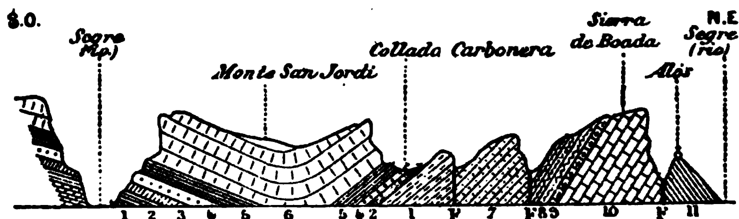


Fig. 45.—Corte del Segre, de Alós á la confluencia del Noguera Pallaresa: longitud, 12 quilómetros; alturas libres.

LÍAS.—1. Caliza litográfica.
2. Margas fosilíferas del Lías medio y superior.
3. Dolomía supraliásica: este banco se adelgaza aproximándose al fondo del anticlinal y desaparece en el flanco que acabamos de recorrer.
SANTONIENSE.—4. Arenas y areniscas subordinadas á un banco de caliza arenosa llena de rudistos: *Sphærulites Toucasi* y otros *Sphærulites*.
5. Margas santonienses.

CAMPANIENSE.—6. Calizas.

7. Caliza arenosa y arenisca rojiza con rudistos indeterminables. Este islco cretáceo, que toca por falla á las calizas levantadas del Lías, es referido al Campaniense solamente por analogía mineralógica.

NUMULÍTICO.—8. Caliza con *Alveolinas* en contacto por falla con las hiladas precedentes: por debajo de esta caliza se encuentran margas (9) de color de heces de vino, poco manifiestas entre los grandes bloques que llenan el valle y recuerdan las margas garumnenses.

CAMPANIENSE.—10. Caliza idéntica á la que forma las alturas de San Jordi. La gran *Rhynchonella* redondeada, que hemos citado, es abundante.

MUSCHELKALK.—11. Calizas hojosas con fucoides y pequeñas bivalvas indeterminables: forman toda la ladera donde se encuentra el pueblo de Alós; una falla, la tercera que hemos visto en nuestra excursión, la separa de las otras formaciones. Una bonita *brecha de falla* se puede observar en este sitio, constituída principalmente por fragmentos de caliza tabular.

En este trayecto puede observarse cómo la dolomía obscura buza hacia el lecho del Segre; cómo la arenisca ferruginosa con *Radiolites* del Santoniense de San Jordi, se transforma en arenas blancas y rojas, y cómo todo este conjunto, buzando de 50 á 80° hacia el O. 15° N., va á unirse, por debajo de las calizas campanienses de la cumbre, á los bancos que vimos ayer. En resumen, esta montaña representa un amplio sinclinal muy visible al otro lado del Segre.

Marchamos hacia arriba hasta Alós, sobre la orilla izquierda del río, cuyo corte geológico está representado en la figura 45, que ha sido completado hacia abajo hasta la unión del Noguera Pallaresa con el Segre, aunque este trozo de terreno no haya sido recorrido en nuestra excursión.

2.°—De Alós á Vilanova de Meyá (12 quilómetros).

Después del mediodía salimos de Alós y dejamos el Segre, para dirigirnos á través de la montaña á Vilanova de Meyá. Podíamos haber marchado siguiendo el Segre hasta Baldomá (una hora) y seguir el valle del río Boix hasta Vilanova; pero el viaje era más largo y menos instructivo.

La figura 46 nos da el corte de la región recorrida entre Alós y Santa María de Meyá, al pie del Montsech.

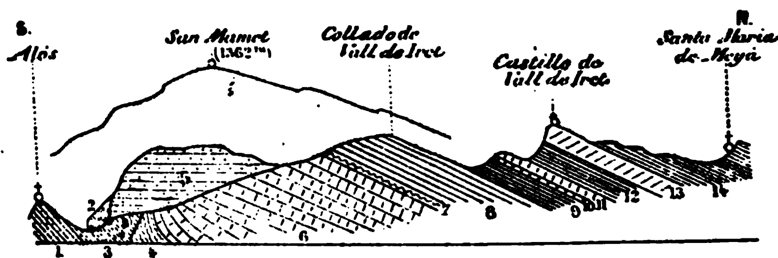


Fig. 46.—Corte de Alós á Santa María de Meyá: longitud, 12 quilómetros; alturas libres.

Muschelkalk.—1. Las calizas del Muschelkalk terminan al pie de la ladera de Alós.

Cuaternario.—2. El barranco de Alós pasa al lado de un depósito cuaternario que no nos entretiene en su estudio á causa de su pequeña importancia y que descansa sobre los yesos del Keuper: consiste en arcillas y conglomerados.

Keuper.—3. Yesos blancos concordantes con las calizas del Muschelkalk.

4. Yeso abigarrado; indicios de algún asomo de ofita, roca que aparece en muchos puntos de esta localidad.

Oligoceno.—5. Pudingas y margas rojas en bancos casi horizontales. Constituye una potente formación que se extiende considerablemente al pie de los Pirineos: es la misma que hemos visto en Montserrat y en los alrededores de Camarasa; pero si en este último punto ha estado sometida á efectos tectónicos considerables, aquí no parece haber experimentado otros que los de la denudación.

Cretáceo superior: *Campaniense*.—6. Bajo estos conglomerados terciarios, se desarrolla una potente serie de calizas, calizas arcillosas y calizas arenosas. Es muy difícil establecer una separación entre sus diferentes miembros. Los bancos están en un principio muy levantados y después quedan con buzamiento de 20° á 40° hacia el NE. En el sitio llamado Partida de la Dona Morta hemos recogido dos ejemplares de un *Pecten* con amplias costillas finamente imbricadas, especie nueva muy característica del Campaniense en Cataluña.

7. Un banco con *Hippurites Heberti* y *H. Vidali* se encuentra cerca del punto más alto de nuestro camino.

Maestrichciense.—8. Estamos en el Col del Vall de Iret y las calizas margosas suceden á las calizas campanienses: no hemos tenido tiempo de buscar fósiles; pertenecen al Maestrichciense. Desde este collado descendimos al valle de Iret que tenemos que atravesar marchando hacia el valle de Meyá.

El valle de Iret tiene un color rojo sorprendente. Pudiera creerse que entrábamos en la Arenisca abigarrada; pero la superposición y la concordancia de sus hiladas con las capas cretáceas que acabamos

de ver, nos indica que estamos en el Garumnense, cuya facies rutilante es bien característica.

GARUMNENSE.—9. Calizas arcillosas y margas de colores variados, forman la primera depresión del terreno.

10. Banco grueso de arenisca de granos grandes aflora sobre las margas.

11. Una potente hilada de caliza lacustre se destaca en la arista aguda á lo largo del valle: éste es un punto de referencia precioso para la clasificación de estas hiladas.

En efecto: el que haya visitado la serie garumnense del N. de Berga, provincia de Barcelona, no ha podido menos de observar el poderoso banco de caliza de Vallcebre, que se levanta como un muro inaccesible siguiendo las ondulaciones del terreno, y que rodea como una fortificación natural la extremidad de este pueblo.

La caliza de Vall de Iret es idéntica, mineralógicamente, á la de Vallcebre, y descansa también sobre un banco de arenisca de granos gruesos que á su vez se apoya sobre las margas moteadas.

He demostrado en mi Nota sobre la presencia de la fauna de Rilly, en los Pirineos catalanes, que en la caliza de Vallcebre se debe ver el término superior de la serie garumnense; que las margas rojas que sobre ella descansan no deben ser clasificadas en el Garumnense más superior, como se ha hecho hasta aquí, porque ocupan el lugar de los bancas con *Paludina aspersa* de Espinalbet (cercanías de Berga): deben, pues, ser incluídas en la base del Numulítico y constituyen una formación lacustre que precede al depósito marino de las calizas con *Alveolina*.

Así, pues, veremos también en esta caliza lacustre del Vall de Iret, tan idéntica, mineralógica y estratigráficamente, á la de Vallcebre y de Espinalbet, el término del Cretáceo más superior, é incluiremos en el Terciario todo lo que viene á continuación.

NUMULÍTICO.—12. Margas de color heces de vino: grueso depósito rutilante equivalente á las margas con *Paludina aspersa* de Espinalbet.

13. Caliza con *Alveolina* que se manifiesta detrás de la segunda depresión del terreno ocupada por las margas precedentes. Esta hilada, muy potente, formando las crestas que bordean el costado N. del valle de Iret, pasa por las ruinas del Castillo de Vall de Iret, donde está el collado de este nombre. Desde este paraje, y mirando al N., el horizonte se halla limitado por el macizo de la sierra del Montsech, que se extiende de E. á O., al otro lado del valle de Meyá, donde vamos á bajar.

Se han recogido aquí diversos ejemplares de *Ostrea uncifera;* pero no estaban en su sitio y creo que el banco de donde proceden es inmediatamente superior á las Alveolinas, como lo he visto en otros parajes.

14. Desde el collado de Vall de Iret, donde llegamos desde Alós en dos horas, el descenso se hizo atravesando bancos margosos del Numulítico, de 800 metros de espesor. Estos bancos se interrumpen por

falla en la base del Montsech, donde aparecen formaciones antiguas. Trías y Lías, mientras que del otro lado de la sierra las alturas están formadas por las mismas margas numulíticas que aquí quedan por debajo.

La serie cretácea y terciaria que acabamos de atravesar desde Alós á Meyá, forma parte del macizo de San Mamet, que hemos dejado siempre á la izquierda, y que es el punto culminante de esta faja de cerca de 60 quilómetros de longitud. En la época en que se produjo la gran fractura longitudinal del Montsech E.-O., este macizo se hundió, descendiendo cerca de 2000 metros [1]. Llegamos á Santa María de Meyá á las cuatro de la tarde, y desde este pueblo marchamos hacia el E., siguiendo la base del Montsech, á lo largo de las margas eocenas, para llegar en media hora próximamente á Vilanova de Meyá.

Ascensión al Montsech.

Vilanova de Meyá está edificado en la base del Montsech, sobre el lado derecho de un profundo barranco que desciende del centro de la sierra por una estrecha garganta caliza llamada el *Pas Nou.*

Los bancos de molasa de la parte alta del Numulítico, que forma el fondo del valle, están en contacto con una ofita que asoma al pie del Montsech: pudiéramos ver este contacto si hiciéramos la ascensión por la ermita de Meyá que domina al pueblo por el N.; pero la constitución geológica de la sierra se estudia mejor pasando por el *Pas Nou* hasta *Hostal Roig* y descendiendo por el *Pas de les egües.*

En hora y media subimos en caballería el estrecho desfiladero calizo de Pas Nou, y llegamos á Hostal Roig, pobre albergue en el interior del macizo montañoso. La profunda garganta que hemos seguido es sin duda el resultado de una fractura abierta en el macizo calizo de Montsech, porque la corriente de agua que circula por su fondo es tan corta é insignificante, que no habría podido producir por denudación efectos tan considerables.

Detenidos por una lluvia torrencial en el Hostal Roig, no salimos hasta el mediodía. Estamos en una pequeña llanura dominada por las cumbres del Montsech, de donde parten al E. el Pas Nou, naci-

[1] En 1875 dí á conocer la formación de la sierra del Montsech en mi *Geología de Lérida.*

miento del río Boix, y al O. el torrente Barcedana, afluente por la izquierda del Noguera Pallaresa. Las margas rojas del Garumnense forman el suelo y los flancos del lado N. Podríamos seguirlas descendiendo el Barcedana hasta el pie del pueblo de Llimiana, donde encontraríamos un hermoso banco de rudistos buzando al N., que es el afloramiento más meridional del rico yacimiento de *Hippurites Castroi* de Isona, donde los radiolites predominan y donde se encuentran grandes ejemplares de *Sphærulites Toucasi*. Más al O., sobre la orilla derecha del Noguera Pallaresa, abundan en este banco los *Radiolites Moroy* y *Monopleura Moroy*, formas que describí en 1878 (1).

Las alturas que dominan al Hostal Roig por el lado N. son terciarias: forman la montaña de San Salvador de Toló, donde las capas más bajas están constituídas por la caliza con *Alveolinas*, descansando sobre las margas garumnenses, y en la cumbre las margas azules con un banco grueso con *Ostrea multicostata*.

Después del mediodía, y habiendo aclarado el tiempo, tomamos el sendero que atraviesa de N. á S. el Montsech por el Pas de les egües, collado situado en la cresta de la sierra, á dos quilómetros al S. del Hostal Roig.

El corte siguiente (fig. 47) da la sucesión de los terrenos que hemos atravesado:

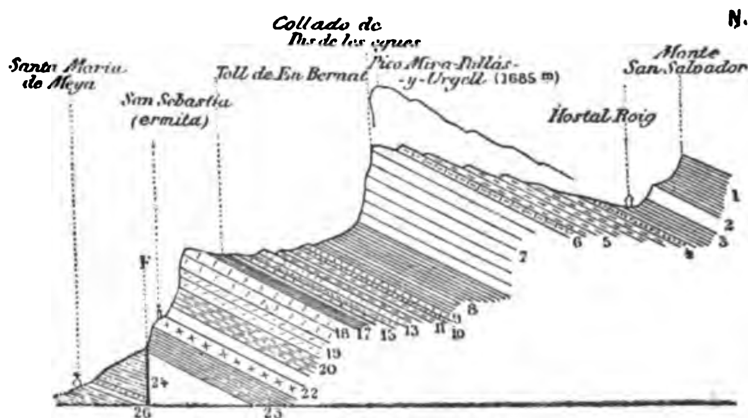


Fig. 47.—Corte de la montaña del Montsech: longitud, 4 quilómetros; alturas libres.

(1) L. M. Vidal, *Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña*. (BOLETÍN de la Com. del Mapa geol. de España: Madrid, 1878.)

NUMULÍTICO.—1. Margas azules con *Ostrea multicostata*.

2. Caliza con *Alveolina*.

GARUMNENSE.—3. Margas rojas: banco de rudistos, *Hippurites Castroi*, *Sphærulites Toucasi*, *Radiolites Moroy* y *Monopleura Moroy*.

Lignito en capas delgadas entre bancos de calizas margosas. Estas dos últimas hiladas, ocultas por la tierra vegetal, no son visibles en el camino, y no afloran más que en el barranco de la Barcedana.

MAESTRICHCIENSE.—4. Banco con *Hippurites radiosus*. Este banco, que yo no había observado en mis anteriores excursiones al Montsech, ocupa el mismo nivel que otro que ya señalé en Saldes y Vallcebre (provincia de Barcelona) y que contiene *Hippurites Lapeyrousei*.

5. Serie de hiladas margosas que se pueden seguir á lo largo de la vertiente N. de la cordillera. Por este lado E. no son fosilíferas; pero al O., sobre el pueblo de Alzamora, contiene *Orbitoides media*, *Ostrea larva* y *Pecten Dujardini*. Su espesor es de unos 150 metros.

CAMPANIENSE.—6. Banco de rudistos cerca del Collado. Aflora en el borde del sendero, donde se puede recoger gran número de *Hippurites Vidali*, *H. Archiaci* y *H. Heberti*; el *H. variabilis* es menos abundante, y hay también algunos *Sphærulites*. Entre los ejemplares que he recogido en este sitio, M. Douvillé ha reconocido el *H. serratus* en un individuo que manifiesta en su ganga *Orbitoides media*. No me explicaba yo la presencia en este paraje de representantes del Maestrichciense, porque no sabía que existiera otro nivel de rudistos entre los *Hippurites Vidali* y el Garumnense; pero el descubrimiento del banco con *H. radiosus* explica fácilmente el del *H. serratus* (especie de la misma edad, que existe en este nivel, con *Orbitoides media*, en la Conca de Tremp, al N. del Montsech), rodado entre los ejemplares de otro banco inferior.

Este banco con *Hippurites Vidali* aflora en muchos collados á lo largo de la cordillera y en el Montsech occidental: en Montsech de Ager se le ve descansar sobre un banco margoso con foraminíferos del género *Amphistegina*, especie que M. Schlumberger estudia en este momento.

7. El collado del Pas de les egües está abierto en un macizo calizo que sigue inmediatamente, formando sobre la vertiente meridional de la cordillera una escarpa de 200 metros de altura, por la cual vamos á descender. Los bancos buzan 30° N. 20° E.

El panorama que se observa desde este collado, mirando al S., es espléndido: á consecuencia de su altitud (1376 metros) se domina toda la llanura de Urgel por encima de las montañas de San Mamet, que ayer dejamos á la izquierda, y las de Montroig, que hemos visto cerca de Camarasa al N. del pueblo.

El descenso no es penoso; pero los bancos calizos campanienses son tan poco fosilíferos, que no nos detuvimos en su examen y entramos rápidamente en las margas santonienses.

Al pie de esta escarpa caliza, que se dirige de E. á O., con desvia-

ción de unos 20° al N., se extiende en toda la longitud de la cordillera una llanura poco regular, de un quilómetro de ancha á lo más, surcada por amplios barrancos. Atravesándola de N. á S., nos encontramos al borde de una segunda escarpa de 400 metros de altura, que forma otra paralela á la de la cresta, desde donde se domina el valle de Meyá.

La grada en cuestión es de margas santonienses; la escarpa que sigue pertenece al Cretáceo inferior y al Lías: esta grada, formada por denudación de las hiladas santonienses de débil consistencia, forma el límite entre el Cretáceo inferior y el superior.

SANTONIENSE.—8. Margas amarillas y azuladas, de unos 100 metros de espesor. Su parte alta es poco fosilífera: he recogido en Montsech de Ager algunos *Sphærulites sinuata* silicificados y un crustáceo de la subclase de los *Podophtalmos*. En Montsech de Meyá, donde nos encontramos, no he descubierto más que un ejemplar grande de *Hippurites galloprovincialis*, ejemplar notable por el abultamiento que presenta en la extremidad de la arista cardinal; anomalía que no he observado en esta especie en Cataluña, pero que, según M. Douvillé, no es rara en los individuos de los Pirineos de Francia.

He observado en el plano de contacto de las margas santonienses y de las calizas campanienses, un banco de arena blanca y ferruginosa de dos metros, que no se extiende por completo á todo lo largo de la cordillera; no existe más que en el término de Rubíes, y por esto no la he hecho figurar en el corte.

La parte inferior de las margas santonienses es muy fosilífera; no señalo aquí más que algunas de las especies recogidas:

Hippurites canaliculatus.
— *Carezi.*
— *Maestrei.*
— *microstylus.*
— *Montsecanus.*
— cf. *socialis.*
Radiolites angulosus.
— *laciniatus.*
— *fissicostatus.*
Sphærulites sinuatus.
— *Pailletei.*
— *Patera.*
— *Toucasi.*
Pachygyra Labyrinthica.
Calumnastræa striata.
Astrocœnia Konincki.
— *decaphyllia.*
Isastræa Reussi.
Leptoria Konincki.
Cyclolites polymorphus.
Cyclolites ellipticus.
Diploctenium subcirculare.
Ceratotrochus minimus.
Placosmilia Vidali.
Cyphosoma Maresi.
Micraster coranguinum.
Goniopygus Marticensis.
Salenia scutigera.
Cidaris spinossissima.
Ostrea caderensis.
— *plicifera.*
— *galloprovincialis.*
Janira quadricostata.
Lima Marticensis.
Nucula tenera.
Corbula striatula.
Terebratula Nanclasi.
Rhynchonella Lamarckiana.
Lacazina compressa.

Creo bastante difícil fijar los horizontes propios de algunas especies importantes de esta lista, puesto que mis observaciones me han dado resultados diferentes, según las localidades que he visitado á lo largo del Montsech. Por ejemplo, á la extremidad E. de la cordillera, sobre la vertiente izquierda del Pas Nou, he encontrado *Ostrea galloprovincialis* y *Lacazina compressa* en las margas con zoófitos, con *Cyclolites elliptica* y *Columnastræa striata*, directamente superpuestas á las areniscas ferruginosas, que abundan en *Hippurites canaliculata*, *H. Carezi* y *Cyclolites;* mientras que marchando al O., muy cerca del camino que hoy seguimos, encontraremos, en orden descendente, la base de las margas santonienses, formada por hiladas con *Hippurites canaliculata, H. Carezi, H. Monsacana, Placosmilia Vidali* y *Lima Marticensis;* y por debajo las capas siguientes:

9. Calizas (10 metros).
10. Arenisca rojiza.
11. Margas verdosas con *Lacazina compressa*.

Y marchando más al O. todavía, en Montsech de Ager veríamos que la *Ostrea galloprovincialis* y *Lacazina compressa* son inferiores á las margas con *Lima Marticensis*.

Este hecho, fácil de comprobar en localidades de regularidad estratigráfica perfecta y donde no ha habido inversiones, parece indicar que, en Cataluña, la *Ostrea galloprovincialis* no tiene la importancia geológica que en el Ariège, donde M. Toucas, en su Memoria *Révision de la craie à Hippurites* (*B. S. G. F.*, 1896), dice que ha visto constantemente separar el Campaniense del Santoniense.

CONIACIENSE.—12. Bajo las hiladas más inferiores con *Lacazina compressa*, el Coniaciense está representado por un banco con *Hippurites resectus* y *Sphærulites*. Si le siguiéramos al O., le veríamos presentar en Montsech de Ager *Hippurites Moulinsi* y *H. Premoulinsi* al lado del *H. resectus*.

13. La hilada que sigue es una caliza blanca con foraminíferos microscópicos, entre los cuales se distingue á simple vista una larga *Alveolina* semejante (según M. Schlumberger) á una especie inédita encontrada en el Terciario por M. Munier-Chalmas. Esta aparición del género *Alveolina* en medio de los estratos cretáceos es un hecho notable, pero que no nos debe sorprender, puesto que M. Glangeaud la ha encontrado en el Portlandiense.

14. Caliza margosa con fósiles indeterminables, gasterópodos, zoófitos y fucoides. La clasificación de estas dos últimas hiladas, cuyo espesor no pasa de una docena de metros, es difícil sin el concurso de la Paleontología. Las he incluído en el Coniaciense, admitiendo que el Albiense y el Cenomanense faltan en el Montsech.

URGO-APTIENSE.—15. El Cretáceo inferior comienza por un banco de caliza arcillosa que contiene algunas ostras planas.

16. Banco de ostras: *Ostræa Boussingaulti* y *Ostræa prælonga?*
17. Margas con *Cassiope Lujani, C. strombiformis, Cerithium Cassendi, C.*

Valeriæ, *C. viccinum*, *Natica Filæ*, *Apporrhais Benifacæ*, *Terebratula sella*. Estas margas contienen un banco de lignito.

La localidad se denomina Toll d' En Bernat. A un quilómetro al O., en el sitio llamado Coveta d' En Tardá, este banco de lignito, que ha sido objeto de diversas exploraciones mineras, está comprendido entre dos bancos con *Orbitolina conoidea*.

Nos hallamos en el borde de la escarpa inferior del Montsech.

18. Caliza con *Matheronia* y *Requienia Lonsdalei*.

19. Caliza compacta.

Estas dos hiladas no tienen menos de 120 metros de potencia.

JURÁSICO.—20. Caliza litográfica que está en explotación. Incluyo en el Jurásico esta potente hilada, guiado solamente por el carácter petrográfico, porque no se encuentran más que restos vegetales indeterminables. Es una caliza que se parte en grandes losas desde 20 centímetros de grosor hasta algunos milímetros.

21. Caliza compacta: estas dos últimas hiladas tienen 400 metros de potencia.

LÍAS MEDIO.—22. Dolomía: banco que se encuentra un poco antes de llegar á la ermita de San Sebastián. Siempre he incluído esta hilada en el Lías; y las razones que he tenido para obrar así, están confirmadas por la presencia de la caliza 20, cuyo aspecto jurásico aleja más aún la idea de atribuirlo al Cretáceo.

23. Margas arriñonadas amarillentas con *Ostræa sublobata*, *Pleuromya* y *Pholadomya*. Aquí es donde termina la serie descendente, para dar lugar á las hiladas terciarias que la falla del Montsech pone en contacto con los terrenos jurásicos que acabamos de seguir.

NUMULÍTICO.—24. Encontramos primeramente el maciño, areniscas y margas arenosas sin fósiles, buzando de 20 á 30° hacia el N.

25. Más abajo aparece, bajo el Calvari de Santa María de Meyá, un yacimiento muy rico. Las especies más abundantes son: *Potamides Monsecanum*, *P. Orengæ*, *Turritella Duvali* y *Ampullina Vidali*, de las que se puede hacer una buena recolección. Otras especies menos frecuentes son: *Potamides Palensis*, *Turritella uniangularis*, *Bezanconia Pyrenaica*, *Melanopsis Vicentina?* y *Cerithium hexagonum*.

26. Banco de *Ostræa multicostata*.

27. Margas arenosas: potente serie que seguimos hasta Santa María de Meyá, y después hasta Vilanova de Meyá.

Regreso á Barcelona.

Al día siguiente regresamos á Barcelona, yendo en tartana por Artesa de Segre y Agramunt hasta Tárrega, donde tomamos el tren. El regreso se hizo, pues, por una comarca distinta, al través de los sedimentos oligocenos, lo que ha permitido que formemos idea de los movimientos que se han operado en el conjunto.

El Eoceno del valle de Meyá desaparece á unos dos quilómetros de Vilanova, bajo un gran manto de conglomerados y margas rojas oligocenas que ya conocemos, que lo cubre todo en discordancia de estratificación, contorneando el Montsech por el lado E.

Esta potente formación deja al descubierto las calizas cretáceas, que asoman por debajo de ella algunos metros antes de llegar á Alentorn, pueblecito situado á una hora de Artesa. Estas calizas forman parte del macizo cretáceo de San Mamet, que queda á nuestra derecha, y los últimos bancos que cortamos están cuajados de *Sphærulites* muy grandes de láminas muy onduladas, entre los cuales se encuentra *Sphærulites Toucasi*. Atribuyo este banco al Santoniense.

Las pudingas oligocenas en capas casi horizontales son las rocas predominantes, y después de atravesar el Segre aparecen en la orilla izquierda del río muy levantadas y con fuerte buzamiento al N. en Artesa. Este pueblo está, pues, situado sobre el flanco N. de un anticlinal constituido por la colina que le domina, y corresponde al primero de los tres pliegues bien marcados que se observan marchando á Tárrega.

En la cumbre de la sierra de Montclar, entre Artesa y Agramunt, se manifiesta otro pliegue: los conglomerados se han transformado en maciños, los bancos de yeso afloran por debajo, y todo está fuertemente plegado por un potente esfuerzo tangencial.

Entre Agramunt y Tárrega se ve otro pliegue menos pronunciado, que corresponde á la sierra de Almenara. Bancos calizos regulares alternan con margas rojas, y son la prolongación de la serie que hemos visto en la parte alta de la gran formación lacustre de Calaf y San Guim.

La formación oligocena, que hemos podido observar en todo su espesor desde Montserrat á Montsech, presenta, pues, en la base un potente depósito de conglomerados que se extiende á lo largo de las cordilleras de donde él procede; en los Pirineos cubre los contrafuertes de esta cordillera; sus elementos se atenúan comenzando hacia el S., y se transforma en maciños, areniscas y margas. En la cordillera litoral, en Montserrat, presenta el mismo aspecto: pudingas de gruesos elementos que, avanzando hacia el interior, pasan á maciños y margas. Pero aquí, la cordillera de donde proceden estos conglomerados ha desaparecido en gran parte por hundimiento en el Mediterráneo, cuando se produjo el circo de hundimiento que delimita la costa catalana. El macizo de calizas de Garraf y de Begas

no es otra cosa que un antiguo contrafuerte, hoy día más bajo que las hiladas de Montserrat, que se formaron á sus expensas. Los conglomerados de Montserrat constituyen la extraña y característica silueta de esta elevada montaña, tan alejada de los Pirineos y rodeada de formaciones que, excepto la del macizo calizo de la costa, no han podido suministrar elementos para formar estas pudingas, donde las calizas dominan. Estos conglomerados son, pues, la mejor demostración de la teoría que supone al S. de la costa mediterránea un continente antiguo, sumergido en su mayor parte en el mar, y del que las islas Baleares no son más que un pequeño testigo.

Los sedimentos que llenaron el lago que ocupó gran parte de Cataluña durante la época oligocena, no han quedado en reposo después de esta época: estuvieron sometidos á los movimientos correspondientes al levantamiento de la cordillera pirenáica, aunque ya muy atenuados; pero en algunos sitios han sido fuertemente trastornados, como puede comprobarse en Camarasa y en los pliegues que se ven de Tárrega á Artesa, que demuestran que no han resistido los impulsos horizontales producidos más tarde, cuando la costa catalana adquirió su principal relieve.

Octubre de 1898.

L. M. VIDAL.

M. STUART-MENTEATH, con motivo de la excursión por la provincia de Lérida, hizo las observaciones siguientes:

«La vertiente meridional de los Pirineos de Cataluña está cubierta por el Oligoceno, compuesto de sedimentos rojos que con frecuencia es imposible distinguir del Trías, y que, por consiguiente, han sido confundidos con este último terreno. La base del Oligoceno está formada por yeso de un espesor irregular; se manifiesta en todos los parajes donde los pliegues ó fallas la han puesto al descubierto. Entre Olot y la mina de hulla de San Juan de las Abadesas, se ve que este yeso descansa, poco inclinado, sobre más de 500 metros del Eoceno medio, caracterizado por sus fósiles. El Eoceno descansa sobre 30 metros de caliza del Lías que cubre al Trías, y el que, á su vez, se apoya en discordancia completa sobre el Hullero.

El Oligoceno con yeso descansa en discordancia sobre todos los

terrenos más antiguos. A veces su contacto con el Trías ha ocasionado confusiones: así es que en Alós se ha incluído en el Oligoceno al yeso triásico. En algunas gargantas muy profundas pueden observarse las relaciones que existen entre estos terrenos. En Cataluña hay frecuentemente asociación del Oligoceno y del Trías.»

M. Stuart-Menteath admite que con frecuencia, como en Camarasa, la ofita transforma la caliza del Muschelkalk en yeso; y ocurre lo mismo cuando esta caliza está envuelta por el Oligoceno yesoso.

ÍNDICE

DE LAS EXCURSIONES VERIFICADAS DURANTE LA REUNIÓN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE FRANCIA EN BARCELONA

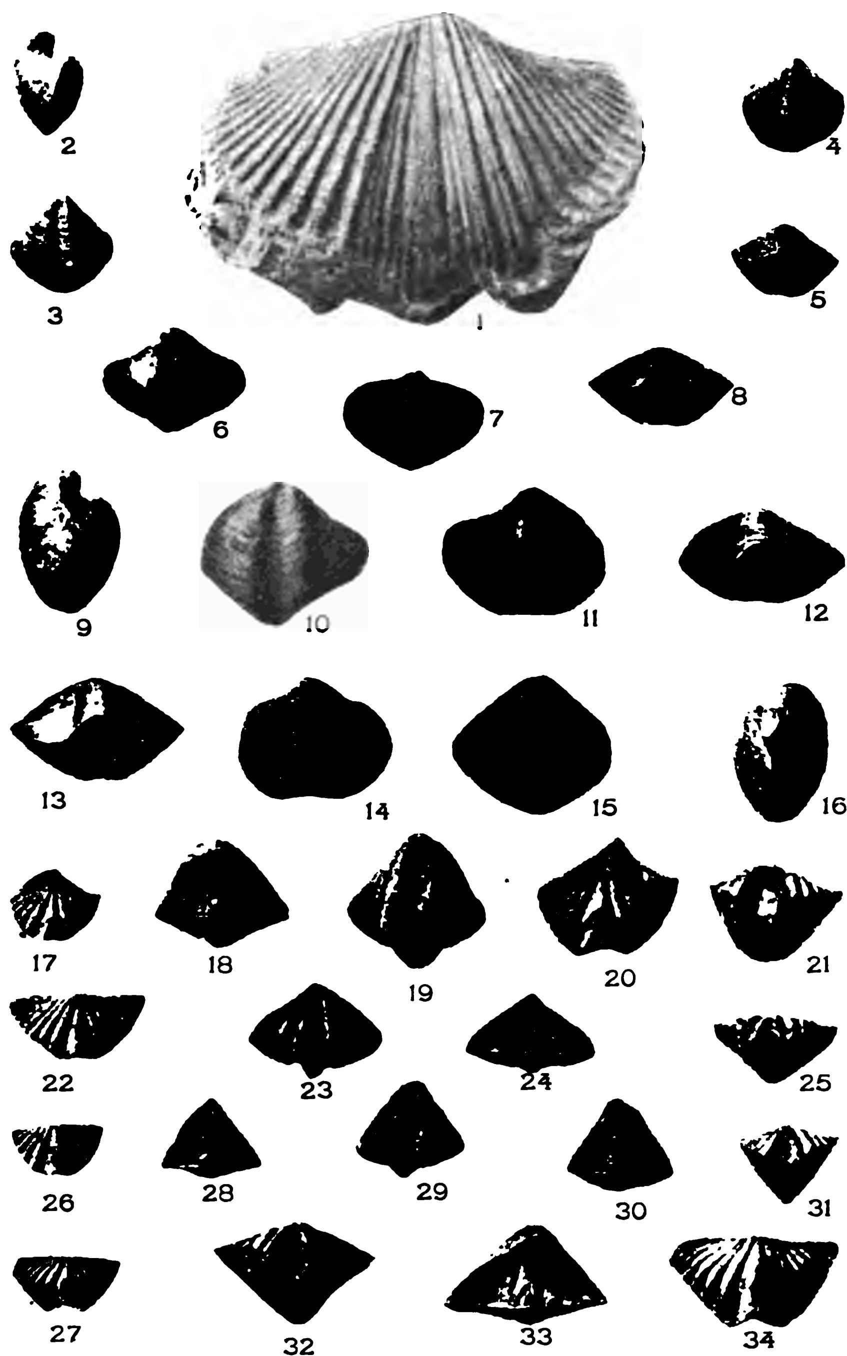
INDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO VII (2.ª SERIE)

INDICE

DE LAS LÁMINAS CONTENIDAS EN EL TOMO VII (2.ª SERIE)

D. P. ŒHLERT. Fósiles devonianos de Santa Lucía



NOTA DE D. L. M. VIDAL



CANTERA DE SAL EN EL CRIADERO DE CARDONA

NOTA DE D. L. M. VIDAL



PLIEGUES EN EL CRIADERO DE SAL (LA SALVOJA) CERCA DE CARDONA

Nº 821725

Spain. Instituto
Geologico y Minero.
Boletín.

QE283
A2
v.26-27

